

**Untersuchungen über
Metabolitkonzentrationen und
Enzymaktivitäten im Blutserum
von Hochleistungsrindern**

Ludwig Furtmayr

1975



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Institut für Tierzucht und Tierhygiene des
Fachbereichs Tiermedizin der Universität München
Lehrstuhl für Tierzucht: Professor Dr. H. Kräußlich

UNTERSUCHUNGEN ÜBER
METABOLITKONZENTRATIONEN UND ENZYMAKTIVITÄTEN
IM BLUTSERUM VON HOCHLEISTUNGSRINDERN

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
des Fachbereichs Tiermedizin der
Ludwig - Maximilians - Universität
München

von
Ludwig Furtmayr
aus
München

München 1975

Gedruckt mit der Genehmigung des Fachbereichs
Tiermedizin der Universität München



Dekan: Prof. Dr. B. Vollmerhaus
Referent: Prof. Dr. H. Kräußlich
Korreferent: Prof. Dr. H. Erbersdobler

Tag der Promotion: 21. Februar 1975

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	1
2. Literatur	3
2.1. Übersicht über die Blutbestandteile	3
2.1.1. Metaboliten	3
2.1.2. Serumenzyme	6
2.2. Einflüsse auf die Blutbestandteile	10
2.2.1. Tageszeit und Tag	11
2.2.2. Jahreszeit, Fütterung, Haltung	12
2.2.3. Alter	16
2.2.4. Trächtigkeit, Geburt, Laktationsstadium	19
2.2.5. Krankheit	22
2.2.6. Leistung	26
2.2.7. Abstammung	30
3. Material und Methoden	34
3.1 Rinderherde	34
3.1.1. Fütterung	34
3.1.2. Haltung	35
3.1.3. Kalbungen	36
3.1.4. Leistung	36
3.2. Blutentnahme	37
3.3. Bestimmungsmethoden	38
3.4. Statistische Methoden	40
4. Ergebnisse	42
4.1. Einfluß der Monate auf die Milchleistung	42
4.2. Einfluß auf die Blutbestandteile	43
4.2.1. Monate	43
4.2.2. Laktationen	46

4.2.3. Trächtigkeit, Geburt, Laktationsstadium	51
4.2.3.1. Verlaufskurven der Blutserumwerte während der Laktation	51
4.2.3.2. Varianzanalyse bezüglich Laktationsstadium als Einflußgröße	54
4.2.4. Krankheit	63
4.2.5. Leistung	69
4.3. Wiederholbarkeit in aufeinanderfolgenden Laktationen	75
4.4. Heritabilität	77
4.5. Rangordnungen	79
 5. Diskussion	 81
5.1. Einfluß auf die Blutbestandteile	81
5.1.1. Monate	81
5.1.2. Laktationen	84
5.1.3. Trächtigkeit, Geburt, Laktationsstadium	86
5.1.4. Krankheit	90
5.1.5. Leistung	92
5.2. Wiederholbarkeit in aufeinanderfolgenden Laktationen	96
5.3. Heritabilität	99
5.4. Rangordnungen	99
 6. Zusammenfassung	 102
 7. Summary	 106
 8. Literaturverzeichnis	 110
 9. Abbildungen	 125

1. EINLEITUNG

Die Züchtung von Rindern mit hoher Milchleistung hat unerwünschte Nebenwirkungen gebracht, nämlich Stoffwechselerkrankungen.

"Mit der Steigerung der Leistung gewinnen Stoffwechselkrankheiten an Bedeutung, bei denen neben Mängeln in der Fütterung eine Störung der Stoffwechselregulation eine Rolle spielt, so die subklinische Ketose und die Hypokalzämie. Die Verhütung solcher Erkrankungen verlangt eine verstärkte biochemische Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Enzymausrüstung, der Größe der Umsetzungen an Hormonen, an Stoffwechselprodukten und an Mineralstoffen unter den Bedingungen hoher Leistung mit dem Ziel der Schaffung von Stoffwechselmodellen unter normalen und pathologischen Verhältnissen" (KOLB et al. 1973).

Für die praktische Zuchtwahl ist es notwendig, objektive Merkmale zu erhalten, um frühzeitig Tiere zu erkennen, die bei hoher Leistung nur wenig für Stoffwechselerkrankungen anfällig sind. Als Merkmale dafür sollten sich einige Blutbestandteile eignen: Die Leistung belastet die Stoffwechselorgane, wobei es zu reversibler oder irreversibler Schädigung der Zellen kommen kann, die Zellen werden für zelleigene Enzyme durchlässig. Im Blutserum lassen sich dann diese Enzyme vermehrt feststellen. Die Leistung beeinflusst ferner das Fließgleichgewicht des Stoffwechsels und damit auch die Intermediär- und Endprodukte, die sich im Blutserum nachweisen lassen.

Zunächst ist es erforderlich, bei Tieren mit hoher Leistung das physiologische Verhalten einiger Blutbestandteile und die Wirkung äußerer und innerer Einflüsse, wie Alter, Jahreszeit, Krankheit usw. zu erfassen.

Erst wenn diese Einflüsse bekannt sind und berücksichtigt oder ausgeschlossen werden können, lassen sich Aussagen über Beziehungen zwischen den Blutbestandteilen und der Leistungsfähigkeit eines Tieres treffen.

Für solche Untersuchungen ist die Rinderherde in Oberschleißheim als Hochleistungsherde besonders geeignet.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, anhand der vorliegenden Labordaten innere und äußere Einflüsse auf den Blutspiegel von Bilirubin, Glucose, Cholesterin, GOT, CK und LDH zu untersuchen, insbesondere soll die Wirkung der Leistung auf diese Blutbestandteile geklärt werden.

2. LITERATUR

2.1. Übersicht über die Blutbestandteile

2.1.1. Metaboliten

Bilirubin

Bilirubin ist ein Abbauprodukt des Hämoglobins und anderer Hämoproteine wie Katalase, Peroxidase, Cytochrome u.a. Im Retikulo-Histiozytären-System wird der von Protein und Eisen befreite Porphyrin-ring gespalten, über Zwischenstufen entsteht dann das Bilirubin. In der Leber liegt das freie Bilirubin an Albumin gebunden vor. In der Leber wird Bilirubin mit Glukuronsäure zu Bilirubin-Diglukuronid verestert und über die Galle ausgeschieden. Bilirubin und Bilirubin-Diglukuronid bezeichnet man als Gesamt-Bilirubin.

Bei vermehrter Hämolyse oder Überangebot von Hämoproteinen erhöht sich der Bilirubinspiegel im Blut, denn die Leber kann das vermehrt anfallende Bilirubin nicht im gleichen Maße mit Glucuronsäure verestern und ausscheiden.

Besteht eine Leberzellinsuffizienz, so wird vermindert Bilirubin verestert, es steigt im Blut an.

Bei Leberzellnekrose tritt verestertes Bilirubin aus den geschädigten Zellen in das Blut über. Sind die Gallengänge verlegt und entsteht als Folge ein Gallestau, so tritt ebenfalls verestertes Bilirubin in das Blut über. Sekundär entsteht eine Leberparenchymschädigung und Zellnekrose

mit den geschilderten Folgen (CORNELIUS 1970). Gesamt-Bilirubin ist also bei morphologischen und funktionellen Störungen der Leber und bei Störungen des Hämoproteinstoffwechsels erhöht. Allerdings sind nur mittel- bis hochgradige Störungen Ursache für einen deutlichen Anstieg der Bilirubinwerte im Serum des Rindes (HOLZMANN 1954).

Cholesterin

Im Blutserum liegt das Cholesterin zu einem Drittel in freier und zu zwei Drittel in veresterter Form vor. Cholesterin wird durch das Futter aufgenommen, es wird aber auch endogen von allen Körperzellen gebildet. Der Hauptsyntheseort ist die Leber, daneben der Darm und die Haut (COOK 1958). Das Cholesterin, das aus der Nahrung stammt, wird fast ausschließlich in der Leber umgesetzt. Es vermischt sich dabei mit dem in der Leber gebildeten Cholesterin. Die Gesamtmenge des in der Leber synthetisierten Cholesterins wird wie folgt gesteuert: Die Biosyntheserate ist indirekt proportional zur Menge an Cholesterin, die durch die Nahrung aufgenommen wird. Cholesterin wird als freies Cholesterin, in Form von Gallesalzen und als Cholesterinabkömmlinge in der Galle ausgeschieden. Die Ausscheidung steigt, wenn die Aufnahme erhöht wird (BARTLEY 1970). Ein Teil des Cholesterins wird über die Milch ausgeschieden (SOMMER 1970 b).

Das Cholesterin wird aus den Vorstufen Acetyl-CoA und Malonyl-CoA über die Zwischenstufen Mevalonsäure und Squalen gebildet. Täglich werden ca. 25 % des gebildeten Cholesterins für die

Synthese der Steroid-Hormone benötigt.

Über das Acetyl-CoA ist der Cholesterinstoffwechsel mit dem Fett- und Glucosestoffwechsel verbunden. Acetyl-CoA, Vorstufe des Cholesterins, ist ein Abbauprodukt der Glucoseoxidation; es ist gleichzeitig ein Abbauprodukt und eine indirekte Vorstufe der Fettsäuren. Der Überschuß von Acetyl-CoA und Mangel an Oxalacetat, einem Intermediärprodukt des Zitronensäurezyklus, führt zur vermehrten Bildung von Cholesterin (KANEKO 1970; SCHENK und KOLB 1964).

Glucose

Die Konzentration der Glucose im Blutserum wird sehr konstant gehalten. Der Glucosespiegel hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab.

Nur der geringste Teil, der vom Wiederkäuer durch die Nahrung aufgenommenen Glucose, entkommt der Gärung im Pansen und geht in die Blutbahn über. Die meisten Kohlenhydrate dagegen werden im Pansen zu flüchtigen Fettsäuren abgebaut. In der Leber wird dann vor allem aus Propionsäure die Glucose neu gebildet. Kann der Bedarf an Glucose nicht gedeckt werden, so dienen auch Aminosäuren als Vorstufen für die Gluconeogenese. Diese Aminosäuren werden sowohl aus Nahrungsproteinen als auch aus körpereigenen Proteinen gewonnen (GIESEKE 1972; KANEKO 1970). Während der Laktation wird Glucose hauptsächlich für die Milchbildung benötigt. Etwa 60 % des täglichen Glucosebedarfs nimmt die Milch auf (KLEIBER 1959). Im Euter wird die Glucose zwar z.T. über den Pentose-Zyklus oxidiert, jedoch der größte Teil

wird in Laktose eingebaut: Glucose wird epimerisiert, es entsteht Galaktose, die glykosidisch mit einem Glucosemolekül zu Laktose verbunden wird (KARLSON 1972; KANEKO 1970).

2.1.2. Serumenzyme

Im Blutserum gesunder Tiere und Menschen lassen sich stets Zellenzyme in relativ konstanter Höhe nachweisen. Diese Enzyme üben normalerweise ihre Funktion in der Zelle im Zytoplasma oder an bestimmten Zellorganellen aus. Die Art und Weise, wie Zellenzyme unter nichtpathologischen Bedingungen in das Blutplasma gelangen können, ist noch umstritten. Es werden drei Möglichkeiten diskutiert.

1. Durch Zellmauserung gelangen Enzyme in den Extrazellularraum und bleiben dort einige Zeit in aktiver Form nachweisbar.
2. Große Organe, wie Muskulatur, Leber und andere unterliegen mit einer gewissen Regelmäßigkeit zeitweilig hoher Leistung. Die Zellen benötigen, wegen der vermehrten Zellarbeit, vermehrt Nährstoffe und Sauerstoff. Kurzfristig entsteht eine Unterversorgung der Zellen mit Nährstoffen und Sauerstoff, Stoffwechselprodukte reichern sich an. Als Folge entwickelt sich eine reversible Permeabilitätsstörung, zelleigene Enzyme treten in das Blutplasma über.
3. Verbrauchte, nicht mehr voll funktionsfähige Zellsysteme werden nicht intrazellulär abgebaut, sondern nach außen in den extrazellulären Raum

abgegeben (SCHMIDT 1968).

Die Organspezifität einiger Enzyme beim Rind untersuchte KELLER (1971). In allen untersuchten Organen wurde GOT nachgewiesen. Die höchste Aktivität besaßen Skelettmuskulatur und Myokard. Hohe Aktivitäten wurden in der Leber, den Placentomen, der Nierenrinde und der Großhirnrinde nachgewiesen. Nach BOSTEDT (1974) ist bei älteren Kühen der Anstieg der GOT-Aktivität im Blutserum während der Geburt hauptsächlich hepatogen und myokardial bedingt.

CK-Aktivität wurde im Skelettmuskel und im Myokard gefunden, in den übrigen untersuchten Organen ließ sich nur geringe Aktivität dieses Enzyms nachweisen.

LDH war in allen untersuchten Organen mit relativ hoher Aktivität zu finden. Das Enzym LDH läßt sich in fünf Isoenzyme auftrennen. Jedes Isoenzym besteht aus vier Untereinheiten. Es gibt zwei Arten von Untereinheiten, den H-Typ, der beim Menschen hauptsächlich im Herz lokalisiert ist und den M-Typ, der beim Menschen hauptsächlich im Skelettmuskel auftritt. Die fünf möglichen Kombinationen der beiden Untereinheiten zu Vierergruppen ergeben die fünf verschiedenen LDH-Isoenzyme. (MAHLER und CORDES 1968). Der M-Typ katalysiert unter anaeroben Bedingungen während der Glycolyse im Muskel die Reduktion des Pyruvat zu Laktat. Der H-Typ wird durch ein Überangebot von Pyruvat gehemmt. Unter oxidativen Bedingungen besteht ein relativer Mangel an Pyruvat, der H-Typ ist dann am aktivsten und katalysiert die Oxidation von Laktat zu Pyruvat.

Die Herzmuskulatur, die Leber und die Nierenrinde des Rindes enthalten überwiegend die Isoenzyme LDH₁ und LDH₂; diese Isoenzyme enthalten vier bzw. drei Untereinheiten des H-Typs.

Die Isoenzyme LDH₄ und LDH₅ lassen sich vorwiegend in der Skelett- und Atemmuskulatur nachweisen, sie sind nur zu einem verschwindend kleinen Teil in der Leber und der Niere zu finden. Die Isoenzyme LDH₄ und LDH₅ enthalten drei bzw. vier Untereinheiten des M-Typs. Das Isoenzym LDH₃, bestehend aus je zwei Untereinheiten des M- und H-Typs, ist in allen Organen in relativ gleichmäßiger Verteilung zu finden. (FINE et al. 1963; KELLER und STANBRIDGE 1972).

Tabelle 1

Verhältnis der Enzymaktivitäten in verschiedenen Organen. Die höchste Aktivität entspricht 100 Prozent (nach KELLER 1971).

	GOT	CK	LDH
Hirn	33,8	2,2	26,6
Myokard	70,0	40,0	100,0
Skelettmuskel	100,0	100,0	99,0
Leber	59,3	1,1	33,7
Milz	9,0	6,0	16,4
Nierenrinde	35,7	0,4	59,5
Pankreas	13,6	0,7	18,5
Placentom	39,9	0,1	32,8
Uteruswand	5,2	3,6	8,8

Das Serumenzym-Muster ist kein getreuliches Abbild des Organenzym-Musters. Der Unterschied zwischen den Enzymmustern hat verschiedene Ursachen (HEINZ 1968; SCHMIDT 1968; SCHMIDT und SCHMIDT 1973):

1. Liegt ein geringer, reversibler Zellschaden vor, dann treten bevorzugt Enzyme aus dem cytoplasmatischen Raum in das Blutplasma über. Mitochondriale Enzyme bleiben noch in der Zelle zurück, im Serum sind dann lediglich die cytoplasmatischen Enzyme erhöht. GOT z.B. ist sowohl im Cytoplasma als auch in den Mitochondrien lokalisiert, LDH nur im Cytoplasma.

2. Die verschiedenen Enzyme besitzen verschiedene Halbwertszeiten im Blutplasma, d.h. die einzelnen Enzyme lassen sich unterschiedlich lange im Serum nachweisen.

Die Halbwertszeit für GOT beträgt rund 17 Stunden, für CK rund 15 Stunden und für LDH etwa 50 Stunden, wobei die Isoenzyme unterschiedliche Halbwertszeiten aufweisen.

3. Eine Beanspruchung bzw. Schädigung wird die einzelnen Organe unterschiedlich stark treffen, es treten deshalb unterschiedlich viele Enzyme aus den Zellen der einzelnen Organe aus.

4. Geringe Unterschiede in den Diffusionsgeschwindigkeiten der Enzyme durch die Zellmembran lassen pro Zeiteinheit unterschiedlich viele Moleküle aus den Zellen austreten.

5. Die Enzyme können beim Austritt aus den Zellen geschädigt werden und können deshalb mit unterschiedlichen Aktivitäten im Serum auftreten.

6. Trifft eine Noxe ein Organ, so reagiert das Organ mehr oder weniger spezifisch. Die zelluläre Zusammensetzung eines Organs kann sich also verändern und damit auch das Enzymmuster dieses Organs.

7. Enzyme sind im Zellkern kodiert, sie können je nach Bedarf induziert oder reprimiert werden, d.h. in einer Zelle kann je nach Stoffwechsellage die Enzymaktivität zu- oder abnehmen.

Nur die Auswertung aller verfügbaren Daten, wie Vorbericht, klinische Befunde, Serumenzym-Muster und andere klinisch-chemische Befunde lassen einen einigermaßen sicheren Rückschluß darauf zu welches Organ betroffen ist.

2.2. Einflüsse auf die Blutbestandteile

Die im folgenden abgehandelten Stoffwechselprodukte und Enzyme wurden, wenn nicht anders vermerkt, im Blutplasma bzw. im Blutserum von Rindern nachgewiesen und bestimmt. Obgleich von vielen Autoren Normalwerte der Blutbestandteile für verschiedene Rinderrassen angegeben werden, lassen sich die Werte, die von den einzelnen Autoren genannt werden, nicht ohne weiteres miteinander vergleichen. Die Bedingungen unter denen die Blutproben gewonnen wurden sind zu unterschiedlich, zu verschieden sind auch die Nachweis- und Bestimmungsmethoden der einzelnen Untersuchungen. Es wird deshalb in der Regel darauf verzichtet,

Normalwerte anzugeben. Es werden lediglich die relativen Veränderungen, die Richtung und wenn möglich, das Ausmaß der Veränderungen angegeben, die die Blutbestandteile durch die verschiedenartigen Einflüsse erleiden.

2.2.1. Tageszeit und Tag

Cholesterin

UNSHELM (1969) konnte für Cholesterin keinen Einfluß des Tages, wohl aber einen Einfluß der Tageszeit von 1,4 % der Gesamtvarianz feststellen. Der Cholesterinspiegel zeigt um 10 Uhr ein Minimum.

Glucose

Der Einfluß des Tages übt zwar keinen signifikanten Einfluß auf den Glukosespiegel aus, jedoch besteht eine hochsignifikante Wechselwirkung zwischen Kühen und Tagen mit einem Varianzanteil an der Gesamtvarianz von 55,2 Prozent. Es wurden ferner signifikante tageszeitliche Schwankungen des Glukosespiegels mit einem Varianzanteil von 2,5 Prozent festgestellt. Von 10 bis 14 Uhr steigt der Spiegel an und fällt dann ab (HAGEMEISTER und UNSHELM 1970).

Enzyme

Der tägliche Rhythmus von Schlafen und Wachen, Fressen und Ruhen und die damit verbundenen

Veränderungen im Stoffwechsel, lassen Veränderungen der Enzymaktivitäten im Serum während des Tages erwarten.

Für GOT und LDH ließen sich signifikante tageszeitlich bedingte Unterschiede feststellen. Der Varianzanteil, verursacht durch verschiedene Tageszeiten beträgt für GOT 11,9 % und für LDH 19,9 %. Die Aktivitäten der beiden Enzyme steigen von 8 Uhr bis 16 Uhr an und fallen dann wieder ab. Der Einfluß unterschiedlicher Tage auf die Aktivität der Enzyme ist geringer. Der Varianzanteil beträgt für GOT 2,5 % und für LDH 7 Prozent. Es ließen sich außerdem signifikante Wechselwirkungen zwischen Kühen und Tagen feststellen (HAGEMEISTER und UNSHELM 1968; TOLLERSRUD und GEDDE-DAHL 1971).

Man darf wohl annehmen, daß auch die Serumaktivität der CK tageszeitlichen Schwankungen unterliegt, denn beim Pferd ist sie nach Muskelarbeit erhöht (RIETHMÜLLER und WELS 1972). Die unterschiedliche Muskeltätigkeit bei Tag und Nacht führt sehr wahrscheinlich zu unterschiedlicher CK-Aktivität im Verlauf eines Tages.

2.2.2. Jahreszeit, Fütterung, Haltung

Der Einfluß von Jahreszeit, Fütterung und Haltung auf die Blutwerte läßt sich nicht immer leicht in die Einzelkomponenten auftrennen. In unseren Breiten ist die Winterfütterung von der Sommerfütterung verschieden. Häufig sind die Rinder im Sommer auf der Weide und im Winter im Stall. Als

Ursachen für verschiedene Werte im Sommer und im Winter müssen neben verschiedenen Temperaturen stets auch die Einflüsse von Fütterung und Haltung bedacht werden.

Bilirubin

Die Fütterung und die Jahreszeit haben keinen Einfluß auf den Bilirubinspiegel beim Braunvieh. Die Bilirubinwerte sind bei Tieren, die in einem Offenstall gehalten werden um 10 Prozent niedriger, als bei Tieren die im Anbindestall leben (SOMMER 1970 a).

Cholesterin

Im Winter liegt der Cholesterinspiegel signifikant niedriger als im Sommer. Die untersuchten 287 Rinder der Schwarzbunten Rasse erhielten im Winter 2 kg Kraftfutter, 12,5 kg Silage und Heu zur freien Aufnahme. Im Sommer erhielten sie 2 kg Kraftfutter und Gras in beliebiger Menge. Signifikante Unterschiede im Cholesterinspiegel vor und nach der Fütterung konnten nicht festgestellt werden (FREITAG 1964).

Um den Einfluß der Temperatur zu ergründen, untersuchten MCNABB et al. (1974) neun Holstein-Kühe in einer Klimakammer. Die Tiere befanden sich alle in der zweiten Laktation zwischen dem 100. und 112. Tag post partum. Es war darauf geachtet worden, daß im Vorbericht über die Tiere möglichst keine Mastitis festzustellen war. Die Wirkung von sechs verschiedenen Temperaturen wurde geprüft: 15,5° C,

18,5° C, 21,2° C, 24,0° C, 26,8° C und 29,5° C. Es zeigte sich, daß der Cholesterinspiegel mit steigender Temperatur zurückgeht.

Glucose

PAYNE et al. (1973 b) fanden einen jahreszeitlichen Einfluß auf den Glucosespiegel, allerdings unterschieden sich die Werte der gleichen Jahreszeit in zwei aufeinander folgenden Jahren. Der Wert für den Glucosespiegel einer Jahreszeit stammte von verschiedenen Herden, sodaß eine klare Aussage nicht möglich war.

Mit steigender Temperatur nimmt der Glucosespiegel ab (MCNABB et al. 1974). LISTER et al. (1973) untersuchten den Einfluß der Aufstallung und niedriger Temperaturen auf den Glucosespiegel. Den Autoren standen Shorthorn Kühe im Alter von drei bis zehn Jahren als Versuchstiere zur Verfügung. Der Glucosespiegel lag bei den Tieren, die im Zugluftstall gehalten wurden, niedriger als bei den Tieren die im Auslauf mit Scheune lebten. Den niedrigsten Glucosespiegel hatten die Tiere im Auslauf mit Windschutz. Die Temperaturen betrugen im Zugluftstall 5° bis 9° C, im Auslauf mit Scheune 4° bis 1° C und im Auslauf mit Windschutz -9° bis -19° C. Hoher Wärmeverlust, sei es durch Zugluft, sei es durch extrem niedrige Temperaturen, senkt den Glucosespiegel.

GOT

Die GOT-Aktivität liegt bei Rindern, die im Stall gehalten werden und Heu als Grundfutter erhalten, im Winter signifikant höher als im Sommer bei Weidehaltung (KELLER 1971). Der Autor glaubt jedoch, daß sein Material nicht ausreicht, um sichere Aussagen über saisonale Einflüsse treffen zu können. ROUSSEL und STALLCUP (1966) und CRIST et al. (1967) fanden entgegengesetzte Verhältnisse, im Sommer höhere GOT-Aktivitäten als im Winter. SOMMER (1970 a) fand keinen Unterschied in der GOT-Aktivität zwischen der Sommerhaltung mit Weidegang und dem Winter mit Stallhaltung. Möglicherweise lassen sich die widersprüchlichen Ergebnisse durch entsprechende Unterschiede in der Fütterung und Haltung der von den verschiedenen Autoren untersuchten Tiere erklären.

Silage als Grundfutter hatte signifikant höhere GOT-Aktivität im Vergleich zu Heu als Grundfutter zur Folge (HAGEMEISTER und UNSHELM 1968).

Eine Umstellung der Fütterung führt zum Anstieg der GOT-Aktivität. Der Wechsel auf Gerste führte bei 12 Wochen alten Kälbern zur Erhöhung der GOT-Aktivität. Weitere Gerstengaben erhöhten die GOT-Aktivität nicht mehr (MULLEN 1973). Temperaturen zwischen 15° und 30° C haben keinen signifikanten Einfluß auf die GOT-Aktivität (MCNABB et al. 1974).

CK

Die CK-Aktivität liegt nach KELLER (1971) im Winter bei Stallhaltung signifikant höher als im Sommer bei Weidegang. Im Temperaturbereich zwischen 15° und 30° C steigt die CK-Aktivität mit der Temperatur an (MCNABB et al. 1974).

LDH

Die LDH-Aktivität liegt nach KELLER (1971) im Winter bei Stallhaltung signifikant höher als im Sommer bei Weidegang, SOMMER (1970 a) fand keinen Unterschied zwischen Sommer und Winter. Die Stallhaltung erhöht die LDH-Aktivität signifikant gegenüber der Weide; im Anbindestall liegt die LDH-Aktivität um 18 Prozent über der von Tieren im Offenstall. Die Silage als Grundfutter erzeugt gegenüber Heu eine höhere LDH-Aktivität (HAGEMEISTER und UNSHELM 1968; SOMMER 1970 a).

2.2.3. Alter

Bilirubin

NATSCHIEFF (1939) fand bei Jungtieren einen höheren Bilirubinspiegel als bei älteren Tieren. BOSTEDT (1972) stellte keine signifikante Altersabhängigkeit des Bilirubinspiegels bei Kühen, die sich im neunten Trächtigkeitsmonat befanden, fest. TUMBLESON und HUTCHESON (1971) fanden bei der Holstein und der Guernsey Rasse einen Anstieg des

Bilirubinspiegels mit zunehmendem Alter. Der Spiegel stieg von 0,24 mg/100ml der Einjährigen auf 0,32 mg/100ml bei Zehnjährigen. SOMMER (1970 a) fand einen Anstieg um 9 Prozent ab dem fünften Lebensjahr beim Braunvieh.

Cholesterin

FREITAG (1946) fand signifikante Unterschiede im Cholesterinspiegel zwischen verschiedenen Altersgruppen von Schwarzbunten Rindern. Der Cholesterinspiegel nahm bis zum fünften Lebensjahr ab und stieg dann wieder an. TUMBLESON und HUTCHESON (1971) fanden an Holstein und Guernsey Rindern einen Anstieg von Cholesterin in den ersten drei Lebensjahren, danach einen Abfall mit zunehmendem Alter. Sowohl FREITAG wie auch TUMBLESON und HUTCHESON bestimmten jeweils nur eine Probe pro Tier ohne Rücksicht auf den Zeitpunkt, an dem die Blutprobe genommen wurde. ROOS (1972) konnte bei 359 untersuchten Rindern der Rassen Deutsche Rotbunte und Deutsche Schwarzbunte keinen signifikanten Einfluß des Alters feststellen. ROOS unterteilte die Altersgruppen in Untergruppen mit gleichen Zeitpunkten der Probennahme. Der Autor konnte somit die "physiologischen Schwankungen", die in verschiedenen Zeiten nach der Geburt auftreten, berücksichtigen. Nach SOMMER (1970 a) liegen beim Braunvieh die Ein- bis Zweijährigen um 4 Prozent und die Fünf- bis Sechsjährigen um 1 Prozent unter dem Cholesterinspiegel der Drei- bis Vierjährigen.

Glucose

Beim Braunvieh steigt der Glucosespiegel bis zum dritten und vierten Lebensjahr um 13 Prozent und fällt in den nächsten beiden Jahren um 3 Prozent ab (SOMMER 1970 a).

TUMBLESON und HUTCHESON (1971) stellten eine Zunahme des Glucosespiegels in den ersten fünf Lebensjahren fest. Nach dem fünften Lebensjahr stieg der Spiegel nicht weiter an. Die Untersuchungen wurden unter den gleichen Bedingungen durchgeführt, wie jene für Cholesterin (siehe oben).

GOT

CHRIST et al. (1967) fanden an 142 Kühen im Alter zwischen 2 und 12 Jahren einen signifikanten Einfluß der Laktationsnummer auf die Aktivität der GOT. BOOTS et al. (1969) untersuchten 193 Holstein Färsen aus drei verschiedenen Herden. In Herde 1 und 2 wurde ein signifikanter Einfluß des Alters auf GOT nachgewiesen, in Herde 3 fand sich keine signifikante Beziehung zwischen Alter und GOT-Aktivität. TUMBLESON et al. (1973) fanden an Holstein Kühen und SOMMER (1970 a) am Braunvieh einen Anstieg der GOT-Aktivität bis zum 3. Lebensjahr, danach einen Abfall, der beim Braunvieh 35 Prozent betrug. Für Guernsey Kühe war kein eindeutiger Verlauf der GOT-Aktivität in Abhängigkeit vom Alter zu verzeichnen. (TUMBLESON et al. 1973).

LDH

Die Gesamt-LDH-Aktivität nimmt nach PRASSE (1969) mit zunehmendem Alter ab. Die Unterschiede sind signifikant. Signifikante Altersunterschiede zeigen auch die LDH₁-, LDH₂-, und LDH₃-Isoenzyme. TUMBLESON et al. (1973) fanden einen signifikanten linearen Anstieg bis zum zweiten Lebensjahr, dann einen signifikanten linearen Abfall bis zum zehnten Lebensjahr. Untersucht wurden Holstein und Guernsey Rinder. SOMMER (1970 a) fand beim Braunvieh eine um 5 Prozent höhere LDH-Aktivität der Ein- bis Zweijährigen gegenüber älteren Rindern.

2.2.4. Trächtigkeit, Geburt, Laktationsstadium

Der Zeitraum der Hochträchtigkeit, Geburt und die ersten Tage und Wochen der Laktation des Rindes sind relativ gut erforscht, handelt es sich doch um einen besonders wichtigen und schwierigen Zeitraum.

Bilirubin

Nach BOSTEDT (1972) zeigen erstgebärende Kühe 24 Stunden a.p. nur geringe Veränderungen des Bilirubinspiegels, vierjährige und ältere zeigen dagegen einen erhöhten Spiegel. Kurz nach der Geburt steigen die Werte von Erstgebärenden um 85 % und die von älteren Kühen um 71 % an. Der Anstieg währt nur kurz, bereits 12 bis 24 Stunden p.p. sinken die erhöhten Werte wieder ab. Damit werden die

Ergebnisse von SOMMER (1970 a) bestätigt, der im 7. bis 8. Trächtigkeitsmonat den niedrigsten Bilirubinspiegel fand und 24 Stunden p.p. einen Anstieg um 66 % verzeichnete. VOIGT et al. (1973) fanden 3 Wochen a.p. die Bilirubinwerte im Normalbereich, 3 Tage a.p. einen leichten Anstieg, 3 Tage und 3 Wochen p.p. signifikant erhöhte Werte.

Cholesterin

Die Cholesterinwerte zeigen starke Streuung. Der Cholesterinspiegel sinkt etwa eine Woche vor der Geburt ab, fällt während der Geburt weiter ab, erreicht bis 72 Stunden p.p. den tiefsten Wert und steigt dann wieder an. Eine Woche nach der Kalbung erreichen die Erstgebärenden und 9 Tage p.p. die älteren Kühe wieder den Normalwert. (PAVLOVIC et al. 1968; SOMMER 1970 a; BOSTEDT 1972).

Bereits 1929 fand HJÄRRE ähnliche Ergebnisse, darüberhinaus stellte er fest, daß etwa vier Wochen nach dem Kalben der Cholesteringehalt drastisch ansteigt. Der Wert beträgt das Doppelte, manchmal sogar das Dreifache, des unmittelbar nach der Geburt gefundenen Wertes. Zwei Monate später nimmt der hohe Cholesterinspiegel langsam wieder ab.

Glucose

Der Glucosespiegel ist am ersten Tag nach der Kalbung erhöht und fällt bis zum 8. Tag p.p. unter den vorgeburtlichen Wert ab. Es folgt ein Anstieg des Glucosespiegels bis zum zweiten Monat nach der Geburt. Der Glucosespiegel während der Trächtig-

keit unterscheidet sich signifikant vom Glucose-spiegel p.p.(SOMMER 1970 a; SEIDEL 1972; VOIGT et al. 1973).

GOT

Die GOT-Aktivität nimmt bei belegten Färsen mit zunehmender Trächtigkeit ab. Erstgebärende haben den niedrigsten Wert a.p.. Während der Geburt kommt es zu einer geringgradigen Erhöhung der Werte, anschließend steigen die Werte verstärkt an. Kalbinnen erreichen den maximalen GOT-Wert erst 48 Stunden p.p., pluripare Tiere bereits 24 Stunden nach der Kalbung. Der stärkste Anstieg nach der Geburt ist bei Erstgebärenden festzustellen. Der Unterschied zwischen den Werten vor und nach der Kalbung ist signifikant. Die GOT-Aktivität zeigt etwa acht Tage vor der Geburt die geringste und in den ersten drei Tagen p.p. die größte Streuung. Der erhöhte Wert bleibt bis zu vier bis fünf Monate nach der Kalbung bestehen oder fällt innerhalb weniger Tage wieder ab. Die GOT-Aktivität liegt zu Beginn der Laktation signifikant höher als gegen Ende (BOOTS et al. 1969; BOOTS und LUDWICK 1970; KELLER 1971; POULSON 1972; VOIGT et al. 1973; BOSTEDT 1972; 1974 b).

CK

Die Ck-Aktivität hat acht Tage vor der Geburt die kleinste und einen Tag nach der Kalbung die größte Streuung (KELLER 1972). BOSTEDT (1974 b) fand große Unterschiede im Anstieg

der CK-Aktivität während und nach der Geburt. Auch wenn klinisch keine Geburtsstörung vorlag, schwankte der Anstieg einen Tag nach der Geburt zwischen dem 2,5- und dem 28-fachen der vorgeburtlichen Werte. Erstgebärende hatten höhere Werte als ältere Kühe.

LDH

Die LDH-Aktivität liegt acht Tage vor der Geburt im kleinsten Schwankungsbereich. Am dritten Tag p.p. erreicht die Aktivität ihren höchsten Wert und fällt bis zum fünften Tag p.p. wieder auf ihren Normalwert ab (KELLER 1971). KELLER untersuchte die LDH-Aktivität lediglich am 1., 3. und 5. Tag p.p., während BOSTEDT (1974 b) einen größeren Zeitraum um die Geburt studierte. Letzterer fand kurz vor der Geburt einen geringen Anstieg, der sich nach der Geburt erheblich verstärkte. Das Maximum fand er zwischen 12 und 48 Stunden p.p., die Aktivität lag dann 21,6 % über dem vorgeburtlichen Wert. Am neunten Tag nach der Kalbung lag der Wert noch über dem Ausgangswert. Nach SOMMER (1970 a) liegt die niedrigste LDH-Aktivität im 7. bis 8. Trächtigkeitsmonat vor.

2.2.5. Krankheit

Aus der sehr umfangreichen Literatur werden nur einige Arbeiten zitiert, die als Beispiel für den wichtigen Einfluß der Krankheiten auf die Blutwerte dienen sollen. Nach SOMMER (1970 a) lassen sich,

durch eine Gesundheitskontrolle mit Hilfe klinisch-chemischer Untersuchungsmethoden, Krankheiten u. U. bereits Monate vor der klinischen Erkrankung erkennen, wenn die "Kriterien, die physiologische Schwankungen hervorrufen" beachtet werden. Bleiben diese unbeachtet, dann werden pathologische Prozesse weniger sicher erkannt.

Bilirubin

Bilirubin ist ein wichtiger Indikator für Lebererkrankungen, lediglich das Rind nimmt eine Sonderstellung ein. Bilirubin ist beim Rind selbst bei diffusen und schweren Leberparenchymerkrankungen nur wenig erhöht. Deshalb ist Bilirubin beim Rind kein allzu empfindlicher Anzeiger für Lebererkrankungen (HOLZMANN 1954). Dennoch zeigen z. B. Kühe, die an Gebärpause leiden, signifikant erhöhte Bilirubinwerte gegenüber gesunden (BOSTEDT 1974 a).

Cholesterin

Der Cholesterinspiegel ist bei Tetanie, Osteomalazie, Ketose, Hyperthyreoidismus, Nebennieren-Insuffizienz erhöht. Erniedrigt ist der Cholesterinspiegel bei Hepatitis, Darmerkrankungen, und chronischen Allgemeinerkrankungen. In akuten, generalisierten Hepatopathien ist der Spiegel des veresterten Cholesterin erniedrigt (COOK 1958; FRANSEN 1958; WRIEDT 1964; CORNELIUS 1970). BOSTEDT(1974 a) fand keinen signifikanten Unterschied im Cholesterinspiegel zwischen gesunden und festliegenden Rindern.

Glucose

Eine wichtige Krankheit des Hochleistungsrindes ist die Ketose. Neben der Erhöhung der flüchtigen Fettsäuren läßt sich stets eine Hypoglykämie nachweisen (KANEKO 1970). Zwischen Fruchtbarkeit und dem Glucosespiegel besteht nach BLOWEY et al. (1973) keine Beziehung. Dem steht die Feststellung von PAYNE (1973) und PAYNE et al. (1973 b) entgegen, daß niedriger Glucosespiegel oft mit Unfruchtbarkeit und schlechter Milchleistung verbunden ist. Diabetes mellitus wurde zwar bei Rindern beschrieben, ist jedoch beim Rind eine sehr seltene Krankheit (KANEKO 1970).

GOT

Die Veränderung von GOT-Werten im Verlauf von Erkrankungen kann mit zahlreichen Geweben in Verbindung gebracht werden. GOT zeigt Skelett-, Herzmuskel- und Leberschäden an. In Verbindung mit anderen Blutbestandteilen ist GOT ein wertvolles diagnostisches Hilfsmerkmal (CORNELIUS 1970). So sind z. B. die Aktivitäten von GOT, CK und LDH am ersten Tag nach der Kalbung gegenüber Gesunden erhöht, wenn das Tier an Gebärpause erkrankt ist. Sind zusätzlich die SDH- und GLDH-Aktivitäten erhöht, dann deutet dies auf eine Leberbeteiligung hin, ein erhöhter CK-Wert weist auf traumatische Einwirkungen hin (BOSTEDT 1973). Bei Ketose der Rinder ist die GOT-Aktivität in der Leber nicht verändert, im Serum ist dagegen eine deutlich höhere Aktivität gegenüber gesunden Kühen nachzuweisen. Klinisch manifest erkrankte Tiere haben einen stärkeren Anstieg als subklinisch erkrankte (FORENBACHER 1969).

CK

CK gilt als muskelspezifisch und zeigt bei traumatischen und organischen Muskelschäden eine erhöhte Aktivität. Die Aktivität steigt innerhalb von zwei Stunden nach einem operativ gesetzten Muskelschaden an, überschreitet während der ersten 24 Stunden nach der Operation ihren Höhepunkt und fällt rasch wieder auf die Norm ab. Der CK-Spiegel ist in Kälbern, die an White Muscle Disease leiden, erhöht. Nach Behandlung mit Selen und Vitamin E sinkt die Aktivität innerhalb weniger Tage auf die Norm ab (KELLER et al. 1971). Der CK-Spiegel ist mit dem Schweregrad der Gebärpause signifikant korreliert. KELLER et al. (1972) vermuten, daß die Hypokalcämie direkt auf die Muskelmembran wirkt und eine erhöhte Durchlässigkeit für CK verursacht. BOSTEDT (1973) nimmt an, daß die erhöhte Aktivität während der Gebärpause auf traumatische Muskelschäden zurückzuführen ist.

LDH

Die LDH wird in verschiedenen Geweben in hoher Konzentration gefunden, dementsprechend ist die Aktivität bei Läsionen und Erkrankungen dieser Gewebe erhöht. Aktivitätserhöhungen treten bei verschiedenen Leberschäden auf z.B. bei Tetrachlorkohlenstoff-Vergiftungen, Lupinosen, ferner bei Ketose, Gebärpause, Reisetetanie, Indigestionen u.a. mehr (BOYD 1962; CORNELIUS 1970; BUITCAMP 1972; BOSTEDT 1973).

Nach VOIGT et al. (1973) ist es entgegen SOMMER (1970 a) nicht möglich, an Hand von ihren Blutkennwerten, (u.a. Bilirubin, Glucose, GOT) nach der Geburt manifest werdende Stoffwechselerkrankungen bereits a.p. zu erkennen.

2.2.6. Leistung

Cholesterin

Bereits 1929 stellte HJÄRRE einen auffälligen Zusammenhang zwischen der Cholesterinkurve und der Laktationskurve fest. Cholesterin steigt zu Beginn der Laktation an und sinkt dann bis zur Trockenstehzeit ab. Bei guten Milchtieren scheint der Cholesterinspiegel relativ höher anzusteigen, als bei Tieren mit geringer Milchleistung. FREITAG (1964) untersuchte an einigen hundert Kühen, die sich in verschiedenen Abschnitten der Laktation befanden, je einen Cholesterinwert und korrelierte ihn mit der an diesem Tag gemessenen Milchmenge. Er fand eine negative Beziehung. Nach OSHIMA und FUSE (1967) liegen die Cholesterinwerte während der Laktation signifikant höher als in der Trockenperiode, sie fanden jedoch keine signifikante Beziehung zwischen dem Cholesterinwert und dem Milchfettgehalt, bzw. der Milchfettmenge zwischen dem 2. und 7. Laktionsmonat.

MCNABB et al. (1974) untersuchten je neun Kühe, die sich zwischen dem 100. und 112. Tag der Laktation befanden, bei verschiedenen Temperaturen (15,5°, 18,5°, 21,2°, 24,0°, 26,8° und 29,5° C). Milchleistung und Serumwert, die bei den jeweiligen Tempe-

raturen auftraten, wurden miteinander in Beziehung gesetzt. Es ergab sich eine positive Korrelation zwischen Milchleistung und Cholesterinspiegel mit $r = 0,86$. ROOS (1972) untersuchte 359 Rinder aus 39 Betrieben der Rotbunten und Schwarzbunten Rasse. Er fand keine signifikante Beziehung zwischen der Milchleistung bzw. der Fettleistung (Kontrolljahresabschluß) und dem Cholesterinspiegel.

Glucose

WIDMARK und CARLENS stellten schon 1925 fest, daß der Glucosespiegel laktierender Kühe niedriger lag als der trockenstehender Kühe. Glucose ist von großer Bedeutung für die Milchbildung. In isolierten Eutern erlischt ohne Glucose die Milchsekretion fast völlig. Dies ist darauf zurückzuführen, daß aus Glucose Laktose gebildet wird, die die Milchbildung osmotisch reguliert. (LINZELL 1973). Nach PAYNE (1972) ist niedriger Glucosespiegel mit geringer Milchleistung verbunden. MCNABB et al. (1974) fanden eine positive Korrelation von $r = 0,55$ zwischen Milchleistung und Glucosespiegel. Eine signifikante Regression der Körpergewichtszunahme auf den Glucosespiegel fanden ROWLANDS et al. (1973). Der Regressionskoeffizient betrug 0,21. Die Blutentnahme erfolgte in der 9., 10. und 11. Lebenswoche. Kälber, deren Glucosespiegel in der Stichprobe an der oberen Grenze des 95 % Vertrauensintervalls liegt, wachsen um 0,5 lb/Tag schneller als jene, deren Glucosespiegel an der unteren Grenze liegt, bei einer durchschnittlichen täglichen Zunahme von 1,14 lb/Tag (PAYNE et al. 1973).

GOT

RAKES et al. (1967) untersuchten die Beziehungen zwischen Enzymen und der 305-Tageleistung. An 44 trächtigen Kühen fanden sie eine signifikante negative Beziehung zwischen Milchleistung und dem Verhältnis GOT/GPT. Eine signifikante Regression zwischen Milchleistung und GOT fanden CRIST et al. (1967) in späten Laktationsstadien. Die Regression über die gesamte Laktationszeit war nicht signifikant. Diese Untersuchungen wurden an 142 Kühen, über einen Zeitraum von neun Monaten durchgeführt. Die Kühe waren zwischen 2 und 12 Jahren alt und befanden sich in der ersten bis neunten Laktation. Die Tiere mit einer Leistung zwischen 30 und 40 kg/Tag hatten signifikant höhere GOT-Aktivitäten als Tiere mit niedrigerer Leistung. Wurden die Kühe nach Laktationsstadien zusammengefaßt, so waren die Enzymaktivitäten ähnlich wie bei der Klassifizierung nach Leistungsgruppen. STALLCUP et al. (1967) fanden eine signifikante negative Beziehung zwischen der GOT-Aktivität und der Zahl der Laktationstage. Dies ist ein Hinweis dafür, daß eine Beziehung zwischen der Milchleistung und der GOT-Aktivität besteht. SCHÖNMUTH et al. (1966) berechneten Korrelationen zwischen Milchleistung in kg und GOT-Wert und zwischen Fettprozent und GOT-Wert. Beide Korrelationen waren negativ. HEIDLER (1973) und HEIDLER und LINDEMANN (1973) führten Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Transaminaseaktivitäten und Mast- und Schlachtleistungsmerkmalen durch. Es wurden 244 Bullen im Alter bis zu 6 Monaten und bis zu 400 kg

Gewicht untersucht. Die GOT-Werte waren negativ mit den Mast- und Schlachtleistungsdaten korreliert. Die Autoren betonen jedoch ausdrücklich, daß sich diese Ergebnisse nicht für die praktische Zuchtarbeit verwenden lassen.

CK

Die Wirkung der Leistung auf den CK-Spiegel wurde beim Rind noch nicht untersucht. Am Pferd studierten RIETHMÜLLER und WELS (1972) diese Beziehung.

Während eines siebenmonatigen Trainings von Vollblütern stieg die CK-Aktivität durchschnittlich um 30 % an. Leistungsschwache Tiere zeigten Aktivitäten, die weit über den Ausgangswerten lagen.

LDH

RAKES et al. (1967) untersuchten die Beziehungen zwischen LDH und Milchproduktion an 118 Kühen der Rassen Holstein, Jersey, Guernsey und Brown Swiss. Es ergab sich eine negative Korrelation zwischen der 305-Tageleistung und dem LDH₁ Isoenzym mit $r = -0,313$, und zu dem Verhältnis LDH₁/LDH₅ mit $r = -0,247$. Ebenso fanden sie eine negative Beziehung zwischen der Milchfettleistung und LDH₁ mit $r = -0,211$, sowie dem Verhältnis LDH₁/LDH₅ mit $r = -0,184$.

Die Untersuchungen an insgesamt 74 nicht trächtigen Kühen erbrachte negative Korrelationen zwischen Milchleistung und LDH₁ mit $r = -0,296$, sowie dem Verhältnis LDH₁/LDH₅ mit $r = -0,238$. Die Beziehung

Milchleistung zu dem Verhältnis LDH/LDH_1 war positiv korreliert mit $r = 0,245$.

2.2.7. Abstammung

Bilirubin

TUMBLESON und HUTCHESON (1971) sammelten innerhalb von drei Wochen im Juni in der Zeit zwischen 5 und 8 Uhr von 311 Guernsey und von 199 Holstein Kühen Blutproben. Die Tiere waren zwischen 1 Monat und 16 Jahren alt. Die Autoren konnten keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Rassen für Bilirubin feststellen. SOMMER (1970) fand beim Fleckvieh einen um 4 % höheren, bei den Schwarzbunten einen um 4 % niedrigeren Bilirubinspiegel als beim Braunvieh.

Cholesterin

Der Cholesterinspiegel zeigte in den oben erwähnten Untersuchungen von TUMBLESON und HUTCHESON (1971) keinen signifikanten Unterschied zwischen den Rassen Guernsey und Holstein. PAVLOVIC et al. (1968) untersuchten Kühe der Simmentaler und der Holstein Rasse. Ab dem 7. Trächtigkeitsmonat konnten die Autoren Rassenunterschiede feststellen. Der Cholesterinspiegel ist zu diesem Zeitpunkt bei den Simmentalern niedriger als bei den Holstein-Tieren. Von der Geburt bis 48 Stunden p.p. haben die Simmentaler einen bedeutend geringeren

Cholesterinspiegel. Ähnliche Rassenunterschiede stellte SOMMER (1970 a) fest, nach ihm liegen die Cholesterinspiegel beim Fleckvieh um 13 % und bei den Schwarzbunten um 25 % höher als beim Braunvieh. ROOS (1972) fand bei Rotbunten vom 1. bis 19 Tag p.p. einen höheren Cholesterinspiegel als bei den Schwarzbunten. Ab dem 19.Tag lagen die Werte der Schwarzbunten über den der Rotbunten. Es wurde vom Autor nicht untersucht, ob die Unterschiede statistisch signifikant sind. Wegen der geringen Unterschiede und der relativ großen Streuung ist zu vermuten, daß keine Signifikanz besteht.

STUFFLEBEAN und LASLEY (1969) untersuchten im Zeitraum von zwei Jahren den Cholesterinspiegel von 143 Hereford Bullen. Im ersten Jahr sammelten sie Daten von 59 Bullen, die von sieben verschiedenen Vätern abstammten, im zweiten Jahr wurden 84 Bullen untersucht, die wiederum von sieben verschiedenen Vätern abstammten. Die Heritabilität wurde im ersten Jahr mit $h^2 = 0,99$ und $s_h^2 = 0,73$ geschätzt. Im zweiten Jahr war $h^2 = 0,68$ und $s_h^2 = 0,51$.

Glucose

TUMBLESON und HUTCHESON (1971) fanden keinen signifikanten Unterschied zwischen den Rindern der Rassen Holstein und Guernsey.

Braunvieh und Fleckvieh unterscheiden sich nicht im Glucosespiegel, Schwarzbunte besitzen einen um 6 % höheren Glucosespiegel (SOMMER 1970 a).

ROWLANDS et al. (1973) und PAYNE et al. (1973 a)

schätzen die Heritabilität des Glucosespiegels mit $h^2 = 0,74 \pm 0,36$. Der Glucosespiegel wurde in 243 Nachkommen von 12 Bullen bestimmt. Die Blutentnahme erfolgte in der 9., 10. und 11 Lebenswoche. Der Varianzanteil zwischen den Kälbern beträgt 49 % der Gesamtvarianz. Der Varianzanteil zwischen den Kälbern ändert sich mit dem Alter der Kälber; im Alter von 9-15 Monaten beträgt er 25 %, im Alter von 25-21 Monaten 47 % und im Alter von 21-27 Monaten 22 Prozent. PAYNE ist der Auffassung, daß die Züchtung auf hohen Glucosespiegel von Interesse ist, da nicht nur eine positive Korrelation zur Wachstumsrate festgestellt wurde, sondern auch eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen "production diseases", wie Sterilität und Ketose, zu vermuten ist.

GOT

SCHÖNMUTH et al. (1966) untersuchten die GOT-Aktivitäten von Schwarzbunten, British-Friesian und Kreuzungskühen aus Jersey mal Schwarzbunten. Setzt man die GOT-Aktivität der Schwarzbunten gleich 100 %, so liegen die entsprechenden Werte für die British-Friesian bei 87 % und für die Kreuzungstiere bei 70 Prozent. Die Autoren vermuten auf Grund dieser Ergebnisse, daß die Aktivitäten des untersuchten Enzyms genetisch bedingt sind. KRÜGER et al. (1969) untersuchten zur Schätzung der genetischen Bedingtheit der Enzymaktivitäten 20 Kühe während eines Jahres. Die Kühe waren alle im gleichen Alter und befanden sich unter den gleichen "Standardumweltbedingungen". Die Autoren fanden hoch-

signifikante Unterschiede zwischen den Einzeltieren. TUMBLESON et al. (1973) stellten keinen signifikanten Unterschied zwischen den Rassen Guernsey und Holstein bei Milchkühen in den durchschnittlichen GOT-Aktivitäten fest. Fleckvieh und Schwarzbunte besitzen nach SOMMER (1970 a) eine um rund 40 % höhere GOT-Aktivität als das Braunvieh.

LDH

KRÜGER et al. fanden zwischen 20 Kühen, die unter gleichen "Standardumweltbedingungen" gehalten wurden, einen signifikanten Unterschied in der LDH-Aktivität.

TUMBLESON et al. (1973) konnten keinen signifikanten Unterschied zwischen den Guernsey und Holstein Kühen feststellen. SOMMER (1970 a) fand beim Fleckvieh um 23 % und beim Schwarzbunten Rind um 12 % höhere LDH-Aktivitäten gegenüber dem Braunvieh.

3. MATERIAL UND METHODEN

3.1. Rinderherde

Von den Holstein-Friesian-Kühen des Lehr- und Versuchsgutes Oberschleißheim des Fachbereichs Tiermedizin der Universität München werden seit 1971 zur Untersuchung des Serums regelmäßig Blutproben genommen.

Die Herde besteht aus etwa 100 Milchkühen im Alter zwischen 2,5 und 11 Jahren.

3.1.1. Fütterung

Die Kühe erhalten Kleegrasheu und Maissilage zur freien Aufnahme. Dieses Grundfutter deckt den Erhaltungsbedarf und reicht zusätzlich für 8 kg Milch/Tag. Für Milchleistungen über 8 kg/Tag werden für je 2 kg Milch/Tag 1 kg Kraftfutter zusätzlich gegeben. Das Kraftfutter wird im Betrieb gemischt; auf möglichst gleichmäßige Zusammensetzung wird besonders geachtet. Die Zusammensetzung ist wie folgt:

- 37 % Hafer
- 30 % Gerste
- 15 % Zuckerrübenschnitzel
- 5 % Palmkernkuchen
- 3 % Mineralstoffmischung

Die Mineralstoffmischung im Kraftfutter steht den Tieren auch zur freien Aufnahme zur Verfügung und hat folgende Zusammensetzung:

	Vitamine/kg	Spurenelemente/kg
8 % Phosphor		
16 % Calcium		
13 % Magnesium	A 500 000 IE	Zink 4000 mg
12 % Natrium	D ₃ 80 000 IE	Kupfer 1200 mg
	E 300 mg	Eisen 600 mg
		Mangan 2500 mg
		Cobalt 20 mg
		Jod 16 mg

Durchschnittlich erhalten die Kühe pro Liter Milch 59 g verdauliches Eiweiß und 315 Stäärkeeinheiten.

3.1.2. Haltung

Die Milchkuhherde wird in einem Mehrraumlaufstall mit Laufhof gehalten. Die ehemaligen Pferdestallungen des Schloßgutes Oberschleißheim wurden zu einem Rinderstall umgebaut. Es ist eine tiefeingestreute Liegefläche, ein Laufraum mit einem zweiseitigen Futtertisch für die Silagefütterung und ein Laufraum mit einem zweiseitigen Futtertisch für die Heufütterung vorhanden. Die Durchschnittswerte der minimalen und maximalen Tagestemperaturen pro Monat im Zeitraum März 1972 bis Dezember 1973 sind aus der Abb. 1 ersichtlich. Die Temperaturen wurden am Heufreßplatz gemessen. Die etwa ein Meter starke Außenmauer besitzt eine gute Wärmedämmung, die täglichen Temperaturschwankungen sind deshalb relativ gering. Die höchste Temperatur, die in dem angegebenen Zeit-

raum gemessen wurde, betrug an zwei aufeinanderfolgenden Tagen im August 1972 28° C. Die tiefste Temperatur betrug 0° C und wurde Mitte bis Ende Dezember 1972 und Ende Februar bis Anfang März 1973 gemessen. Temperaturen unter 0° C traten nicht auf.

3.1.3. Kalbungen

In den Jahren 1972 und 1973 kalbten durchschnittlich 10 ± 3 Kühe in einem Monat. Die Kalbungen waren ziemlich gleichmäßig über den gesamten Untersuchungszeitraum verteilt, lediglich im Juli 1972 mit 17 Kalbungen und im August mit 18 Kalbungen traten besonders große Abweichungen von der durchschnittlichen Kalbezahl auf. Die durchschnittliche Zwischenkalbezeit betrug etwa zwölf Monate.

3.1.4. Leistung

Die Durchschnittsleistung pro Kuh und Jahr betrug:

1972:	92 Abschlüsse,	7282 kg Milch,	282 kg Fett,
			3,9 % Fett
1973:	98 Abschlüsse,	6794 kg Milch,	265 kg Fett,
			3,9 % Fett

3.2. Blutentnahme

Von 168 Kühen wurden von März 1972 bis Dezember 1973 insgesamt 2352 Serumproben auf die Stoffwechselprodukte Bilirubin, Cholesterin und Glucose untersucht. Von Juli 1972 bis Dezember 1973 wurden in insgesamt 1876 Serumproben die Aktivitäten der Enzyme GOT, CK, LDH und LDH-Isoenzyme bestimmt. Das Blut wurde aus der Vena jugularis entnommen. Um die tageszeitlichen Schwankungen der Blutwerte auszuschalten, erfolgte die Blutentnahme zwischen 6³⁰h und 8⁰⁰h nach dem Melken. Die Entnahme erfolgte in bestimmten zeitlichen Abständen zur Geburt, die Zeitpunkte wurden mit folgenden Symbolen bezeichnet:

W _T :	ca 9 Wochen a.p.
W _V :	ca 1 Woche a.p.
W ₀ :	6-24 St. p.p.
W ₁ :	1 Woche p.p.
W ₂ :	2 Wochen p.p.
W ₃ :	3 Wochen p.p.
W ₅ :	5 Wochen p.p.

Ab der 5. Woche p.p. wurden alle 2 Monate Blutproben genommen, als Symbol wurde W_X verwendet, mit X = der Zahl der Wochen.

Das Blut wurde nach der Entnahme 15 Minuten bei 3000 U/min. zentrifugiert und nach einer Stunde erneut zentrifugiert. Es wurde das Serum abgezogen und noch am selben Tag wurden die Serumbestandteile untersucht. Es wurden nur hämolysefreie Seren verwendet.

3.3. Bestimmungsmethoden

Bilirubin

Das Gesamtbilirubin wird nach der AutoAnalyzer-Methode AA II - 18 bestimmt. Dabei wird das eiweißgebundene, indirekte Bilirubin durch eine Coffein-Natriumbenzoatlösung freigesetzt. Dann reagiert das Bilirubin mit diazotierter Sulfanilsäure zu einem roten Farbstoff, der bei 600 nm quantitativ bestimmt wird.

Cholesterin

Das Cholesterin wird nach der AutoAnalyzer-Methode AA II - 26 bestimmt. Diese Methode basiert auf der Liebermann - Burchard Reaktion, bei der Cholesterin mit einem Gemisch von Essigsäure, Essigsäureanhydrid und Schwefelsäure reagiert. Die Lichtabsorption des entstehenden Farbstoffes wird bei 630 nm gemessen.

Glucose

Die Glucose wird nach der AutoAnalyzer-Methode AA II - 02 bestimmt. Bei dieser Methode wird ein Kupfer(II)-Neocuproin-Komplex durch Glucose in alkalischem Medium reduziert. Es entsteht ein gefärbter Kupfer(I)-Neocuproin-Komplex, der bei 460 nm gemessen wird. Ein Zusatz von Natriumcarbonat verhindert die Miterfassung von Ascorbinsäure und SH-Gruppen.

Glutamat-Oxalat-Transaminase (GOT, EC 2.6.1.1)

Die Aktivität der GOT (AST Aspartat-Aminotransferase) wird nach der AutoAnalyzer-Methode AA II - 10 bestimmt. GOT katalysiert bei 37° C die Reaktion:

Asparaginsäure + alpha-Ketoglutarsäure $\longrightarrow$
Oxalacetat + Glutaminsäure.

Das gebildete Oxalacetat reagiert in Gegenwart von MDH mit NADH:

Oxalacetat + NADH $\longrightarrow$ Malat + NAD

Die NADH-Abnahme wird bei 340 nm gemessen.

Creatin-Kinase (CK, EC 2.7.3.2)

Die CK-Aktivität wird nach der AutoAnalyzer-Methode AA II - 17 bestimmt. Dabei wird CK mit Mercapto-äthanol aktiviert. Bei 37° C wird von CK die Reaktion katalysiert:

ADP + Creatinphosphat $\longrightarrow$ ATP + Creatin

Das entstehende Creatin reagiert mit Orcin und Diäthyl zu einem rosafarbenen Komplex, der bei 520 nm gemessen wird.

Laktat-Dehydrogenase (LDH, EC 1.1.1.27)

Die Aktivität der LDH wird nach der AutoAnalyzer-Methode AA II - 21 bestimmt, dabei wird das bei 37,5° C aus Laktat und NAD entstehende NADH bei 340 nm gemessen.

Die LDH wird nach einer modifizierten Methode von DIETZ und LUBRANO (1967) in einer vertikalen Polyacrylamid Disc-Elektrophorese aufgetrennt. Die Anteile der LDH-Isoenzyme werden an einem Densitometer gemessen.

3.4. Statistische Methoden

Neben der Berechnung des arithmetischen Mittels und der Standardabweichung wurden folgende statistische Verfahren angewendet: Prüfung auf Normalverteilung, t - Test, einfache Varianzanalyse, lineare Korrelation und Regression und Intra-klassskorrelation.

Der Varianzanteil der jeweiligen Varianzursache in Prozent von der Gesamtvarianz errechnet sich wie folgt:

$$\text{Varianzanteil \%} = \frac{s^2_{\text{zwischen}} \cdot 100}{s^2_{\text{zwischen}} + s^2_{\text{innerhalb}}}$$

Dabei ist s^2_{zwischen} die Varianz zwischen den Gruppen und $s^2_{\text{innerhalb}}$ die Varianz innerhalb der Gruppen. Der Varianzanteil gibt den Prozentsatz an, den die jeweilige Varianzursache an der Gesamtvarianz einnimmt (WEBER 1961).

Die Heritabilität wurde nach der Formel berechnet:

$$h^2 = \frac{4 \cdot s^2_{\text{zwischen}}}{s^2_{\text{zwischen}} + s^2_{\text{innerhalb}}}$$

Dabei ist s^2_{zwischen} die Varianz zwischen den Bullengruppen und $s^2_{\text{innerhalb}}$ die Varianz innerhalb der Bullengruppen (BECKER 1968).

Die Standardabweichung der Heritabilität wurde nach ROBERTSON (1959) berechnet:

$$s_h^2 = h^2 + \frac{4}{n} \sqrt{\frac{2}{m}}$$

Dabei ist n die durchschnittliche Besetzung der Nachkommengruppen und m die Anzahl der Bullen.

4. ERGEBNISSE

4.1. Einfluß der Monate auf die Milchleistung

Einmal im Monat werden durch den Landeskontroll-Verband die Tagesmilchleistungen einer jeden Kuh gemessen. Aus den 1755 Einzelleistungen, die zwischen März 1972 und Dezember 1973 gewonnen wurden, ergibt sich folgender Tagesdurchschnitt:

Leistung	$\bar{x}$	s
Milch kg	22,17	7,34
FCM kg	21,83	7,14
Fett kg	0,864	0,294
Fett %	3,96	0,64

Die Varianzanalyse bezüglich Monate als Einflußgröße ergab für alle vier Leistungskriterien signifikante Unterschiede mit $p < 0,01$ % Irrtumswahrscheinlichkeit.

Der Varianzanteil der Monate an der Gesamtvarianz beträgt für Milch kg 1,9 %, für FCM 1,4 %, für Fett kg 1,4 % und für Fett-Prozent 4,5 %.

4.2. Einflüsse auf die Blutbestandteile

4.2.1. Monate

Fütterung und Haltung, ebenso die Temperatur üben einen Einfluß auf die Blutwerte aus. Um diese Einflüsse in ihrer Gesamtheit zu erfassen, wurde der Einfluß der Monate auf die Blutwerte untersucht. Es wurde der Mittelwert aller in einem Monat bestimmten Werte von klinisch gesunden Tieren für jeden Parameter berechnet (der Stichprobenumfang je Mittelwert ist aus den Abbildungen 2 - 7 ersichtlich). Es wurde die Varianzanalyse bezüglich Monat und der Anteil der Varianzursache Monat an der Gesamtvarianz berechnet.

Bilirubin

Die Varianzanalyse ergibt für den Zeitraum März 1972 bis Dezember 1973 signifikante Unterschiede mit $F = 5,66$ und $P < 0,01$. Der Mittelwert über alle Monate aus 1286 Werten beträgt $0,137 \text{ mg/100 ml}$, die Standardabweichung beträgt $0,09 \text{ mg/100 ml}$. Der Varianzanteil an der Gesamtvarianz beträgt $7,4 \%$.

In den Monaten Mai bis September 1972 lagen die Monatsmittelwerte unter dem Durchschnitt, in den Monaten April bis September 1973 über dem Durchschnitt. Die Werte der übrigen Monate schwanken alternierend um den Mittelwert. Eine jahreszeitlich wiederkehrende Rhythmik kann nicht festgestellt werden. (Abb. 2)

Cholesterin

Die Varianzanalyse für den Zeitraum März 1972 bis Dezember 1973 ergibt signifikante Unterschiede mit $F = 15,0$ und $P < 0,01$. Der Mittelwert über alle Monate aus 1100 Werten beträgt 189,0 mg/100 ml, die Standardabweichung beträgt 52,5 mg/100 ml. Der Varianzanteil an der Gesamtvarianz beträgt 22,0 %. (Abb. 3)

Glucose

Die Varianzanalyse bezüglich Monate für den Zeitraum März 1972 bis Dezember 1973 ergibt signifikante Unterschiede mit $F = 4,11$ und $P < 0,01$. Der Varianzanteil an der Gesamtvarianz beträgt 5,9 %. Der Mittelwert über alle Monate aus 1101 Werten beträgt 74,2 mg/100 ml mit einer Standardabweichung von 10,5 mg/100 ml. (Abb. 4)

GOT

Die Varianzanalyse für den Zeitraum Juli 1972 bis Dezember 1973 ergibt signifikante Unterschiede mit $F = 2,75$ und $P < 0,01$. Der Varianzanteil an der Gesamtvarianz beträgt 3 %. Der Mittelwert über alle Monate aus 1016 Werten beträgt 95,4 mU/ml mit einer Standardabweichung von 39,0 mU/ml. (Abb. 5)

CK

Die Varianzanalyse für den Zeitraum August 1972 bis Dezember 1973 ergibt signifikante Unterschiede mit $F = 8,57$ und $P < 0,01$. Der Varianzanteil an der Gesamtvarianz beträgt 11,8 %. Der Mittelwert über alle Monate aus 814 Werten beträgt 163,3 mU/ml mit einer Standardabweichung von 67,7 mU/ml. Die Streuung ist in einigen Monaten besonders groß. (Abb. 6)

LDH

Die Varianzanalyse für den Zeitraum Juli 1972 bis Dezember 1973 ergibt signifikante Unterschiede mit $F = 19,4$ und $P < 0,01$. Der Varianzanteil an der Gesamtvarianz beträgt 24,6 %. Der Mittelwert über alle Monate aus 1016 Werten beträgt 871,8 mU/ml. Wie aus Abb. 7 ersichtlich, liegen die LDH-Aktivitäten im Spätsommer 1972 und 1973 höher als in den übrigen Jahreszeiten.

Summe der LDH-Isoenzyme 1 und 2

Die Varianzanalyse bezüglich Monate für den Zeitraum Juli 1972 bis Dezember 1973 ergibt signifikante Unterschiede mit $F = 18,4$ und $P < 0,01$. Der Varianzanteil an der Gesamtvarianz beträgt 21,0 %. Der Mittelwert über alle Monate aus 844 Werten beträgt 467,3 mU/ml mit einer Standardabweichung von 74,0 mU/ml. Die Summe der LDH-Isoenzyme 1 und 2 zeigt wie die Gesamt-LDH im Spätsommer der beiden untersuchten Jahre erhöhte Aktivität. (Abb. 7)

4.2.2. Laktationen

Wie aus der Literatur hervorgeht, ändern sich einige Blutbestandteile mit dem Alter, auch sind die Verlaufskurven der Blutbestandteile während einer Laktation für verschiedene Laktationsnummern z. T. unterschiedlich (4.2.3.1.).

Um den Einfluß des Alters auf die Blutbestandteile zu erkennen, wurden die Werte von gesunden Kühen mit gleicher Laktationsnummer zusammengefaßt und der Mittelwert daraus errechnet. Es wurde in einer Varianzanalyse der Anteil der Varianzursache Laktationsnummer an der Gesamtvarianz berechnet.

Bilirubin

Die Varianzanalyse ergibt keinen signifikanten Unterschied zwischen den Laktationsnummern. Es zeigt sich jedoch eine ansteigende Tendenz des Bilirubinspiegels bis zur 5. Laktation, die 6. und höhere Laktationen lassen einen Abfall erkennen.

Der Durchschnittswert über alle Laktationen beträgt bei einem Stichprobenumfang von 1272 Werten 0,135 mg/100 ml mit einer Standardabweichung von 0,085 mg/100 ml. Der Varianzanteil an der Gesamtvarianz ist mit 2,1 % relativ gering.

Cholesterin

Die Varianzanalyse ergibt für Cholesterin keinen signifikanten Unterschied zwischen den Laktationen. Ein Trend läßt sich nicht feststellen. Der Durchschnittswert über alle Laktationen beträgt bei einem Stichprobenumfang von 1272 Werten 189,7 mg/100 ml, die Standardabweichung 52,2 mg/100 ml. Der Varianzanteil an der Gesamtvarianz beträgt 0,4 %.

Glucose

Die Varianzanalyse ergibt einen signifikanten Unterschied zwischen den Laktationen, mit $F = 9,55$ und $P < 0,01$. Der Varianzanteil an der Gesamtvarianz beträgt 4,9 %.

Tabelle 2

Mittelwerte der Laktationen für Glucose [mg/100 ml]

Lakt.Nr.	N	$\bar{x}$	s
1	321	76,4	6,7
2	263	71,6	10,1
3	192	71,5	9,7
4	113	73,4	14,7
5	78	75,1	12,1
≥ 6	95	73,9	8,5

GOT

Die Varianzanalyse ergibt einen signifikanten Unterschied zwischen den Laktationen, mit $F = 8,18$ und $P < 0,01$. Der Varianzanteil an der Gesamtvarianz beträgt 4,3 %.

Tabelle 3

Mittelwerte der Laktationen für GOT [mU/ml]

Lakt.Nr.	N	$\bar{x}$	s
1	264	95,6	62,2
2	248	101,7	20,7
3	178	104,0	36,7
4	123	92,2	18,6
5	75	82,5	19,4
≥ 6	102	80,1	16,9

CK

Die Varianzanalyse ergibt einen signifikanten Unterschied zwischen den Laktationen, mit $F = 4,99$ und $P < 0,01$. Der Varianzanteil beträgt 20,9 %.

Tabelle 4

Mittelwerte der Laktationen für CK [mU/ml]

Lakt.Nr.	N	$\bar{x}$	s
1	169	165,5	57,9
2	243	164,7	42,0
3	164	162,7	87,9
4	121	164,5	52,7
5	68	137,0	29,6
≥ 6	100	143,1	34,2

LDH

Die Varianzanalyse ergibt einen signifikanten Unterschied zwischen den Laktationen, mit $F = 25,3$ und $P < 0,01$. Der Varianzanteil an der Gesamtvarianz beträgt 13,2 %.

Tabelle 5

Mittelwerte der Laktationen für LDH [mU/ml]

Lakt.Nr.	N	$\bar{x}$	s
1	264	901,8	125,0
2	248	876,3	99,1
3	178	885,5	125,0
4	123	875,2	107,9
5	75	814,6	104,1
≥ 6	102	768,8	97,5

Summe der LDH-Isoenzyme 1 und 2

Die Varianzanalyse ergibt einen signifikanten Unterschied zwischen den Laktationen, mit $F = 15,4$ und $P < 0,01$. Der Varianzanteil an der Gesamtvarianz beträgt 10,0 %.

Tabelle 6

Mittelwerte der Laktationen für die Summe der LDH-Isoenzyme 1 und 2 [mU/ml]

Lakt.Nr.	N	$\bar{x}$	s
1	227	486,8	78,3
2	220	467,6	62,7
3	139	469,2	74,5
4	99	451,0	71,4
5	54	445,0	65,5
≥ 6	80	411,1	62,2

4.2.3. Trächtigkeit, Geburt, Laktationsstadium

4.2.3.1. Verlaufskurven der Blutserumwerte während der Laktation

Es wurden für jeden untersuchten Blutbestandteil die Mittelwerte und die Standardabweichung der Werte, die zur Zeit W_X gewonnen wurden (W_X -Wert), berechnet. Daraus ergeben sich die Verlaufskurven der Parameter während einer Laktation. Für die Berechnung wurden nur die Werte gesunder Kühe verwendet. Die Mittelwerte wurden als Gesamtmittelwerte aus allen Laktationen und getrennt für jede Laktationsnummer berechnet.

Der Verlauf der Kurven ist nahezu altersunabhängig, lediglich das Niveau der Werte ist bei verschiedenen Laktationen unterschiedlich. Der Kurvenverlauf der Erstlaktation weicht bei einigen Parametern von den Kurven späterer Laktationen ab.

Bilirubin

Zur Zeit W_0 liegt der Bilirubinspiegel am höchsten, die Standardabweichung ist zu dieser Zeit am größten. Der niedrigste Wert, er tritt in der 22. Woche auf, hat die kleinste Standardabweichung. Setzt man den Wert der 22. Woche gleich 100 %, so beträgt der Wert eine Woche a.p. 125 % und 6-24 Std. nach der Kalbung 351 %. (Abb.8)

Cholesterin

Bis einen Tag nach der Geburt liegt der Cholesterinspiegel am niedrigsten, steigt in den ersten fünf Wochen steil an und erreicht in der 13. Woche den höchsten Wert. Der höchste Wert liegt um 128 % über dem niedrigsten Wert. (Abb. 9)

Glucose

Der Glucosespiegel ist am ersten Tag nach der Geburt am höchsten, fällt in der ersten Woche p.p. steil ab und erreicht in der 2. Woche nach der Kalbung den tiefsten Wert. Der Verlauf des Glucosespiegels während der Erstlaktation unterscheidet sich von dem Verlauf der übrigen Laktationen. Acht Wochen und eine Woche vor der Geburt liegt der Glucosespiegel der Erstlaktierenden um 8 % bzw. um 10 % über dem Durchschnitt aus allen Laktationen. Einen Tag nach der Geburt liegt der Glucosespiegel 7,5 % über dem Durchschnitt. In den ersten zwei Wochen p.p. fällt der Spiegel ab, jedoch nur geringfügig unter den vorgeburtlichen Wert. In der zweiten Woche besteht der relativ größte Unterschied zum Durchschnittswert mit 12 %. Ab der 13. Woche entspricht der Glucosewert der Erstlaktierenden dem der älteren Kühe. (Abb. 10)

GOT

Die niedrigste Aktivität zeigt GOT eine Woche vor der Geburt und die höchste eine Woche danach. Die geringste Streuung weist der Wert eine Woche a.p. auf. Eine Woche nach der Geburt liegt der GOT-Wert der Erstlaktierenden um 28,5 % über dem Durchschnitt aus allen Laktationen und 54 % über dem Wert der Kühe mit zwei Laktationen. (Abb. 11)

CK

Die CK-Aktivität ist eine Woche a.p. am geringsten, bis einen Tag nach der Geburt erreicht die Aktivität ihren Höhepunkt und fällt rasch ab. Eine Woche p.p. bis etwa 8 Wochen a.p. bleibt die Aktivität konstant. Die Werte zur Zeit W_T , W_0 und W_2 streuen sehr stark, der Variationskoeffizient beträgt bis über 100 %. (Abb. 12)

LDH

Die niedrigste Aktivität zeigt LDH eine Woche vor der Geburt. Die Aktivität steigt in der Geburt an und erreicht ihren Höhepunkt in der dritten Woche p.p., nach der 13. Woche ist die Aktivität nahezu konstant. (Abb. 13)

Die Werte der Erstlaktierenden zur Zeit einen Tag und eine Woche nach der Geburt liegen um 10 % über dem Durchschnitt. Die Werte in der 2., 3., 5. und 13. Woche liegen um 5 % über dem Durchschnitt aller Laktationen.

Die Summe der Aktivitäten der Isoenzyme LDH_1 und LDH_2 verhalten sich wie LDH-Aktivitäten. (Abb. 13)

4.2.3.2. Varianzanalyse bezüglich Laktationsstadium als Einflußgröße

Es wurde mittels Varianzanalyse geprüft, wie weit sich die Unterschiede der Werte im Verlauf einer Laktation statistisch sichern lassen. Zu diesem Zweck wurde die Laktation in folgende fünf Stadien unterteilt:

- Laktationsstadium 1 : 2. bis 9. Tag p.p. (Laktst. 1)
- Laktationsstadium 1' : 1. bis 9. Tag p.p. (Laktst. 1')
- Laktationsstadium 2 : 10. bis 40. Tag p.p. (Laktst. 2)
- Laktationsstadium 3 : 41. bis 240. Tag p.p. (Laktst. 3)
- Laktationsstadium 4 : 120. bis 50. Tag a.p. (Laktst. 4)

Das Laktationsstadium 1 enthält in der Hauptsache die W_1 -Werte, Laktationsstadium 1' enthält zusätzlich die W_0 -Werte. Diese Einteilung berücksichtigt die starke Streuung der W_0 - und W_1 -Werte. Laktationsstadium 2 umfaßt die W_2 -, W_3 - und die W_5 -Werte. Nach OSTERKORN (1974) erreicht die Milchleistung kurz vor dem 40. Tag p.p. ihr Maximum. Laktationsstadium 1 und 2 umfassen den Zeitraum des Anstiegs der Milchleistung und entsprechen in etwa dem Puerperium. Nach dem 40. Tag fällt die Milchleistung linear ab. Dieser Zeitraum ist im Laktationsstadium 3 erfaßt. Laktationsstadium 4 enthält den letzten Wert vor dem Trockenstellen (W_T), zu dieser Zeit sind die Kühe in dem 7. bis 8. Trächtigkeitsmonat.

Die in den einzelnen Laktationsstadien liegenden Werte wurden zusammengefaßt, Mittelwert und Standardabweichung berechnet und Varianzanalysen durchgeführt. Der Varianzanteil, bedingt durch die Varianzursache

Laktationsstadium, an der Gesamtvarianz wurde berechnet.

Es wurde getestet, ob die Mittelwerte folgender Laktationsstadien einander gleich sind:

1. Laktationsstadium 1 bis Laktationsstadium 4
2. Laktationsstadium 1' bis Laktationsstadium 4
3. Laktationsstadium 2 bis Laktationsstadium 4

Bilirubin

Tabelle 7

Varianzanalysen bezüglich Laktationsstadium

	F	P	Varianzanteil
Laktst. 1 bis 4	189	0,01	42,5 %
Laktst. 1' bis 4	222	0,01	43,2 %
Laktst. 2 bis 4	156	0,01	32,8 %

Tabelle 8

Mittelwerte der Laktationsstadien für Bilirubin

[mg/100ml]

N	Laktst.	$\bar{x}$	s
104	1	0,26	0,14
209	1'	0,31	0,22
274	2	0,18	0,09
483	3	0,10	0,03
247	4	0,11	0,05

Die Varianzanalysen ergeben gesicherte Unterschiede zwischen den Mittelwerten der einzelnen Laktationsstadien. Laktationsstadium 1' hat die größte Streuung und den größten Varianzanteil an der Gesamtvarianz. Die Werte der Laktationsstadien 3 und 4 unterscheiden sich nur geringfügig.

Cholesterin

Tabelle 9

Varianzanalysen bezüglich Laktationsstadium
für Cholesterin

		F	P	Varianzanteil
Laktst. 1	bis 4	134	0,01	38,9 %
Laktst. 1	bis 4	244	0,01	50,6 %
Laktst. 2	bis 4	97	0,01	26,1 %

Tabelle 10

Mittelwerte der Laktationsstadien für Bilirubin
[mg/100 ml]

Laktst.	N	$\bar{x}$	s
1	68	126	27
1	140	115	28
2	221	176	37
3	431	220	45
4	217	185	43

Die Varianzanalysen ergeben gesicherte Unterschiede zwischen den Mittelwerten der einzelnen Laktationsstadien. Der Varianzanteil zwischen den Laktationsstadien 1' bis 4 ist fast doppelt so groß wie der Varianzanteil zwischen den Laktationsstadien 2 bis 4.

Glucose

Tabelle 11

Varianzanalysen bezüglich Laktationsstadium
für Glucose

	F	P	Varianzanteil
Laktst. 1 bis 4	83	0,01	28,6 %
Laktst. 1' bis 4	72	0,01	23,3 %
Laktst. 2 bis 4	118	0,01	30,6 %

Tabelle 12

Mittelwerte der Laktationsstadien für Glucose
[mg/100 ml]

Laktst.	N	$\bar{x}$	s
1	65	67,9	12,0
1'	138	80,6	18,5
2	220	65,4	11,0
3	431	75,9	8,9
4	208	78,1	9,0

Die Varianzanalysen ergeben gesicherte Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Laktationsstadien. Laktationsstadium 3 und Laktationsstadium 4 weisen die geringste Streuung auf.

GOT

Tabelle 13

Varianzanalysen bezüglich Laktationsstadien für GOT

	F	P	Varianzanteil
Laktst. 1 bis 4	13,9	0,01	6,1 %
Laktst. 1' bis 4	9,5	0,01	3,6 %
Laktst. 2 bis 4	16,1	0,01	5,7 %

Tabelle 14

Mittelwerte der Laktationsstadien für GOT [mU/ml]

Laktst.	N	$\bar{x}$	s
1	78	122	112
1'	156	110	82
2	216	101	22
3	418	96	23
4	176	88	23

Die Varianzanalysen ergeben gesicherte Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Laktationsstadien. Der Varianzanteil der Laktationsstadien an der Gesamtvarianz ist relativ gering. Laktationsstadium 1 und Laktationsstadium 1' besitzen die größte Streuung.

CK

Tabelle 15

Varianzanalysen bezüglich Laktationsstadium für CK

	F	P	Varianzanteil
Laktst. 1 bis 4	0,01	-	0,5 %
Laktst. 1' bis 4	10,80	0,01	4,4 %
Laktst. 2 bis 4	0,03	-	0,4 %

Tabelle 16

Mittelwerte der Laktationsstadien für CK [mU/ml]

Laktst.	N	$\bar{x}$	s
1	71	161	54
1'	140	220	213
2	203	165	60
3	405	165	65
4	163	165	89
1 mit 4	842	165	68

Die Varianzanalysen ergeben nur zwischen den Laktationsstadien 1' bis 4 gesicherte Unterschiede, nicht zwischen den beiden anderen Kombinationen der Laktationsstadien. Laktationsstadium 1' enthält gegenüber Laktationsstadium 1 zusätzlich den W_0 -Wert; der W_0 -Wert unterscheidet sich signifikant von den übrigen Werten.

LDH

Tabelle 17

Varianzanalysen bezüglich Laktationsstadium
für LDH

	F	P	Varianzanteil
Laktst. 1 bis 4	5,80	0,01	2,4 %
Laktst. 1' bis 4	5,24	0,01	1,8 %
Laktst. 2 bis 4	5,3	0,01	1,7 %

Tabelle 18

Mittelwerte der Laktationsstadien für LDH [mU/ml]

Laktst.	N	$\bar{x}$	s
1	78	910	132
1'	156	896	130
2	216	894	132
3	418	865	112
4	176	860	129

Die Varianzanalysen ergeben gesicherte Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Laktationsstadien. Der Varianzanteil an der Gesamtvarianz ist relativ gering. Im Laktationsstadium 4, dem 7. bis 8. Trächtigkeitsmonat, liegt die LDH-Aktivität am niedrigsten.

LDH-Isoenzyme 1 und 2 zusammengefaßt (LDH_{1+2})

Tabelle 19

Varianzanalysen bezüglich Laktationsstadium
für LDH_{1+2}

	F	P	Varianzanteil
Laktst. 1 bis 4	7,7	0,01	4,0 %
Laktst. 1' bis 4	9,4	0,01	4,4 %
Laktst. 2 bis 4	9,2	0,01	3,8 %

Tabelle 20

Mittelwerte der Laktationsstadien für
 LDH_{1+2} [mU/ml]

Laktst.	N	$\bar{x}$	s
1	54	489	67
1'	113	489	64
2	174	486	79
3	361	457	71
4	148	469	75

Die Varianzanalysen ergeben gesicherte Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Laktationsstadien. Der Varianzanteil der Laktationsstadien an der Gesamtvarianz ist relativ gering. Die Mittelwerte der Laktationsstadien 3 und 4 liegen niedriger als die der übrigen Laktationsstadien.

4.2.4. Krankheit

Es konnten nur jene Krankheiten untersucht werden, die in der Herde so häufig auftraten, daß eine statistische Auswertung sinnvoll erschien. Aus diesem Grunde wurden die Puerperalstörungen nicht weiter unterteilt.

Es wurden folgende Krankheiten ausgewertet:

Retentio secundinarum

Puerperalstörungen (außer Ret.sec.)

Gebärparese

Die Mittelwerte der Blutbestandteile von kranken Kühen wurden mit den Mittelwerten der Blutbestandteile von gesunden Kühen mittels t-Test verglichen.

Bilirubin

Es treten für alle untersuchten Krankheiten statistisch gesicherte Unterschiede zu den gesunden Tieren auf. Der Bilirubinspiegel ist bei diesen Krankheiten erhöht. Zur Zeit W_0 ist der Bilirubinspiegel zwar erhöht bei der Nachgeburtshaltung, jedoch läßt sich dieser Unterschied nicht statistisch sichern.

Tabelle 21

Vergleich der Bilirubinwerte [mg/100 ml]

Gesunde - Kranke mit t-Test

		N	$\bar{x}$	s	P
Gesund	W_0	82	0,35	0,26	
Gesund	W_1	76	0,25	0,14	
Ret.sec.	W_0	20	0,41	0,23	-
	W_1	31	0,50	0,36	1
Puerp.St.	W_0	58	0,45	0,22	1
	W_1	77	0,37	0,24	1
Gebärpar.	W_0	7	0,63	0,27	1
	W_1	14	0,40	0,38	5

Cholesterin

Der Cholesterinspiegel des W_0 -Wertes ist bei allen untersuchten Krankheiten erhöht, der Anstieg läßt sich nicht statistisch sichern. Die W_1 -Werte der kranken Tiere unterscheiden sich nicht signifikant von den W_1 -Werten der gesunden Tiere.

Tabelle 22

Vergleich der Cholesterinwerte [mg/100 ml]:
Gesunde - Kranke mit t-Test

		N	$\bar{x}$	s	P
Gesund	W_0	80	105,7	24,5	
Gesund	W_1	75	128,9	26,1	
Ret.sec.	W_0	19	115,1	22,2	-
	W_1	30	119,6	23,2	-
Puerp.St.	W_0	57	112,5	23,8	-
	W_1	76	129,8	23,0	-
Gebärpar.	W_0	8	124,0	30,1	-
	W_1	14	133,5	33,3	-

Glucose

Der Glucosespiegel des W_0 -Wertes ist bei den drei untersuchten Krankheiten signifikant erhöht. Bei Puerperalstörungen ist der W_1 -Wert statistisch gesichert gegenüber dem Normalwert erhöht.

Tabelle 23

Vergleich der Glucosewerte [mg/100 ml]:

Gesunde - Kranke mit t-Test

		N	$\bar{x}$	s	P
Gesund	W_0	80	90,1	15,2	
Gesund	W_1	73	66,7	11,8	
Ret. sec.	W_0	17	99,7	22,9	5
	W_1	28	66,9	18,4	-
Puerp.St.	W_0	56	95,3	14,0	5
	W_1	75	71,8	9,9	1
Gebärpar.	W_0	5	105,2	15,4	5
	W_1	12	66,9	14,2	-

GOT

Lediglich bei Retentio sec. ist 1 Woche p.p. die GOT-Aktivität signifikant erhöht.

Tabelle 24

Vergleich der GOT-Werte [mU/ml] :

Gesunde -Kranke mit t-Test

		N	$\bar{x}$	s	P
Gesund	W_0	67	100,3	29,7	
Gesund	W_1	59	127,4	28,8	
Ret.sec.	W_0	14	105,3	30,7	-
	W_1	21	223,9	192,6	1
Puerp.St.	W_0	50	102,8	19,7	-
	W_1	66	127,7	75,7	-
Gebärpar.	W_0	5	104,9	28,5	-
	W_1	11	149,2	76,3	-

CK

Eine Woche nach der Geburt sind die CK-Aktivitäten bei den drei untersuchten Krankheiten erhöht. Der Unterschied ist jeweils statistisch gesichert.

Tabelle 25

Vergleich der CK-Werte $\left[\frac{\text{mU}}{\text{ml}} \right]$:

Gesunde - Kranke mit t-Test

		N	$\bar{x}$	s	P
Gesund	W_0	61	285,5	306,1	
Gesund	W_1	55	163,6	59,3	
Ret.sec.	W_0	13	516,7	707,6	-
	W_1	19	335,0	435,7	1
Puerp.St.	W_0	43	400,1	377,6	-
	W_1	60	226,1	172,9	5
Gebärpar.	W_0	4	471,7	207,1	-
	W_1	10	261,1	170,6	1

LDH

Bei Puerperalstörungen ist die LDH-Aktivität zur Zeit W_0 signifikant erhöht. Eine Woche nach der Geburt sind die Werte bei allen drei Krankheiten erhöht, der Anstieg läßt sich jedoch nicht statistisch sichern (siehe Tabelle 26).

Summe der LDH-Isoenzyme 1 und 2

Die Summe der Aktivitäten der LDH-Isoenzyme 1 und 2 ist am ersten Tag und eine Woche nach der Geburt erhöht, der Anstieg ist statistisch gesichert. Eine Woche p.p. ist die Aktivität bei Retentio sec. und bei Gebärparese erhöht, doch läßt sich dieser Unterschied nicht statistisch sichern (siehe Tabelle 27).

Tabelle 26

Vergleich der LDH-Werte [mU/ml] :

Gesunde - Kranke mit t-Test

		N	$\bar{x}$	s	P
Gesund	W ₀	67	879,3	126,7	
Gesund	W ₁	59	908,4	144,4	
Ret.sec.	W ₀	14	897,8	165,4	-
	W ₁	21	925,2	161,1	-
Puerp.St.	W ₀	50	934,2	136,1	5
	W ₁	66	918,9	137,4	-
Gebärpar.	W ₀	5	868,8	106,9	-
	W ₁	11	927,5	124,0	-

Tabelle 27

Vergleich der Summe der Isoenzyme 1 und 2 [mU/ml] :

Gesunde - Kranke mit t-Test

		N	$\bar{x}$	s	P
Gesund	W ₀	66	490,4	67,3	
Gesund	W ₁	59	485,9	70,4	
Ret.sec.	W ₀	14	481,2	73,7	-
	W ₁	21	510,6	97,3	-
Puerp.St.	W ₀	50	525,7	71,8	1
	W ₁	66	513,4	75,5	5
Gebärpar.	W ₀	5	469,6	56,0	-
	W ₁	11	526,3	94,6	-

4.2.5. Leistung

Für die Berechnung der Korrelationen und Regressionen zwischen Milchleistung und Serumwert wurden nur die Werte von gesunden Kühen verwendet. An Leistungsmerkmalen wurden verwendet:

1. Milchmenge in kg (Mkg),
2. Milchmenge in kg auf 4 % Fettgehalt korrigiert
(FCM),
3. Fettgehalt in Prozent (F %),
4. Fettmenge in kg (Fkg).

Die Milchleistung wurde vom Landeskontrollverband gemessen.

Die Serumwerte wurden auf Normalverteilung geprüft, dabei stellte sich heraus, daß die Werte von Bilirubin, GOT und CK logarithmisch normalverteilt waren. Die Korrelationen und Regressionen dieser Serumwerte wurden deshalb mit logarithmisch transformierten Werten berechnet. Der Einfluß der Jahreszeit wurde berücksichtigt: die Werte wurden additiv auf Monate korrigiert. Um den Alterseinfluß zu berücksichtigen, wurden Intraclasskorrelationen mit dem Alter als Klassen gerechnet. Die erste bis dritte Laktation bilden je eine eigene Klasse, die vierte und fünfte Laktation sind zu einer Klasse zusammengefaßt, ebenso die sechste und alle höheren Laktationen. Wie aus 4.2.3. hervorgeht, variieren die Werte aller Blutbestandteile im Verlauf einer Laktation sehr stark. Die Laktation wurde deshalb in zwei Abschnitte geteilt, in den Zeitraum 2. bis 40. Tag p.p. und in den Zeitraum 41. bis 240. Tag p.p..

Die Leistungen innerhalb dieser beiden Laktationsstadien wurden getrennt in Beziehung zu den Blutwerten gesetzt. Zusätzlich wurden für die 305 Tageleistung und die 100-Tageleistung die Korrelationen und Regressionen zwischen Serumwert und Leistung berechnet. Der Serumwert zur Zeit W_0 wurde nicht verwendet, weil dieser bei allen Blutbestandteilen eine sehr große Streuung aufweist.

Zeitraum 2. bis 40. Tag p.p.

Tabelle 28

Korrelation und Regression Milchleistung/Serumwert
2. bis 40. Tag p.p.

		Mkg	FCM	F %	Fkg
Bili.	r	-	-	0,276 ⁺	-
	b	-	-	0,062	-
Chol.	r	-	-	-0,242	-0,295 ⁺
	b	-	-	-9,688	-1,036
Gluc.	r	-0,224	-0,433 ⁺⁺	-0,274 ⁺	-0,502 ⁺⁺
	b	-0,009	-0,019	-3,592	-0,487
GOT	r	-	0,249	-	0,309 ⁺
	b	-	0,0002	-	0,004
CK	r	-	-	-	-
	b	-	-	-	-
LDH	r	-	-	-	-
	b	-	-	-	-
LDH ₁₊₂	r	0,309 ⁺	0,313 ⁺	-	0,272
	b	0,109	0,113	-	3,165

r^{++} : $P < 0,01$; r^{+} : $P < 0,05$;

Cholesterin ist mit den Fettleistungskriterien negativ korreliert. Glucose ist mit allen vier Leistungskriterien negativ korreliert. Bemerkenswert ist, daß die Summe der LDH-Isoenzyme 1 und 2 mit der Leistung positiv korreliert ist, dagegen die LDH-Gesamtaktivität nicht.

Zeitraum 41. bis 240. Tag p.p.

Tabelle 29

Korrelation und Regression Milchleistung/Serumwert
41. bis 240. Tag p.p.

		Mkg	FCM	F %	Fkg
Bili.	r	0,165	-	-	-
	b	0,0002	-	-	-
Chol.	r	0,201 ⁺	-	-0,249 ⁺⁺	-
	b	0,009	-	-2,241	-
Gluc.	r	-0,196 ⁺	-0,258 ⁺⁺	-	-0,277 ⁺⁺
	b	-0,002	-0,003	-	-0,066
GOT	r	0,334 ⁺⁺	0,398 ⁺⁺	-	0,404 ⁺⁺
	b	0,0005	0,00005	-	0,001
CK	r	0,277 ⁺⁺	0,288 ⁺⁺	-	0,266 ⁺⁺
	b	0,00003	0,00003	-	0,0007
LDH	r	-	-	-	-
	b	-	-	-	-
LDH ₁₊₂	r	-	-	-	-
	b	-	-	-	-

r^{++} : $P < 0,01$; r^{+} : $P < 0,05$;

Cholesterin und Glucose sind durchweg schwächer korreliert als im vorangegangenen Zeitraum, GOT weist engere Korrelationen auf. CK ist mit der Leistung dieses Zeitraums positiv korreliert, die Korrelationen sind schwächer als die mit GOT.

305-Tageleistung

Tabelle 30

Korrelation und Regression Milchleistung/Serumwert
305-Tageleistung

		Mkg	FCM	F %	Fkg
Bili.	r	0,191 ⁺	0,168	-	-
	b	0,00002	0,00002	-	-
Chol.	r	0,240 ⁺	-	-0,262 ⁺⁺	-
	b	0,008	-	-25,12	-
Gluc.	r	-0,177	-0,242 ⁺	-	-0,267 ⁺⁺
	b	-0,001	-0,002	-	-0,047
GOT	r	0,289 ⁺	0,368 ⁺⁺	-	0,389 ⁺⁺
	b	0,00003	0,00004	-	0,001
CK	r	0,246 ⁺	0,250 ⁺⁺	-	0,232 ⁺
	b	0,00002	0,00002	-	0,0004
LDH	r	-	-	-	-
	b	-	-	-	-
LDH ₁₊₂	r	-	-	-	-
	b	-	-	-	-

r⁺⁺: P < 0,01; r⁺: P < 0,05;

Bilirubin hat in diesem Zeitraum eine schwache aber statistisch gesicherte Korrelation zur Milchleistung. Cholesterin verhält sich etwa wie im Zeitraum 41. bis 240. Tag p.p., für Glucose stimmen die Korrelationen im Zeitraum 41. bis 240. Tag p.p. und im Zeitraum der 305-Tageleistung nahezu überein. Die Korrelationen für GOT und CK sind für die 305-Tageleistung geringfügig schlechter als die Korrelation im Zeitraum 41. bis 240. Tag p.p.

100-Tageleistung

Tabelle 31

Korrelation und Regression Milchleistung/Serumwert
100-Tageleistung

		Mkg	FCM	F %	Fkg
Bili.	r	-	-	0,255	-
	b	-	-	0,107	-
Chol.	r	-	-0,248	-0,250	-0,311 ⁺
	b	-	-0,020	-18,14	-0,576
Gluc.	r	-0,355 ⁺	-0,546 ⁺⁺	-0,345 ⁺	-0,614 ⁺⁺
	b	-0,008	-0,012	-7,240	-0,328
GOT	r	-	0,338 ⁺	-	0,364
	b	-	0,0001	-	0,003
CK	r	-	-	0,317	-
	b	-	-	0,101	-
LDH	r	-	-	-	-
	b	-	-	-	-
LDH ₁₊₂	r	-	-	-	-
	b	-	-	-	-

r^{++} : $P < 0,01$; r^{+} : $P < 0,05$;

Die Korrelationskoeffizienten für Cholesterin mit den Fettleistungskriterien sind höher als im Zeitraum 2. bis 40. Tag. Glucose weist für die 100-Tageleistung, im Vergleich zu den drei übrigen Zeiträumen, die engsten Beziehungen auf.

4.3. Wiederholbarkeit in aufeinanderfolgenden Laktationen

Wenn die Blutbestandteile genetisch determiniert sind und damit einer genetischen Streuung unterliegen und die Kühe innerhalb der Herde den gleichen Umweltbedingungen ausgesetzt sind, sollten die Blutwerte, wenn sie relativ zum Herdendurchschnitt bestimmt wurden, in aufeinanderfolgenden Laktationen wiederholbar sein. Tiere die während einer Laktation einen relativ hohen Serumwert besitzen, sollten, wenn die obengenannten Bedingungen zutreffen, diesen überdurchschnittlichen Wert auch in der nächsten Laktation beibehalten. Umgekehrt sollten Tiere mit unterdurchschnittlichen Werten in einer Laktation, in der nächsten Laktation ebenfalls relativ niedere Werte besitzen. Um dies zu prüfen, wurden die Korrelationen der Werte zwischen zwei aufeinanderfolgenden Laktationen berechnet. Die Werte waren auf Monate korrigiert. Eine Korrektur auf Alter war zusätzlich notwendig, weil die untersuchten Tiere sich in der 2. bis 9. Laktation befanden, und das Alter einen Einfluß auf einige Blutbestandteile ausübt (4.2.2.).

Wie aus der Tabelle 32 ersichtlich ist, zeigen Glucose und CK zur Zeit W_T , d.h. die Werte im 7. bis 8. Trächtigkeitsmonat die engste Korrelation. Darüberhinaus bestehen an jedem untersuchten Zeitpunkt der Laktation für Glucose enge Korrelationen.

Tabelle 32

Korrelationen zwischen den Werten zweier aufeinanderfolgender Laktationen

	Bili.	Chol.	Gluc.	GOT	CK	LDH	LDH ₁₊₂
X	-	0,381 ⁺⁺	0,762 ⁺⁺	0,404 ⁺⁺	-	-	-
W _T	-	-	0,997 ⁺⁺	-	0,921 ⁺⁺	-	-
W _V	-	0,286 ⁺	0,685 ⁺⁺	-	0,675 ⁺⁺	-	-
W _O	-	0,381 ⁺⁺	0,666 ⁺⁺	0,248 ⁺	-	-	-
W ₁	-	-	0,825 ⁺⁺	0,483 ⁺⁺	-	0,416 ⁺⁺	0,379 ⁺
W ₂	-	-	0,849 ⁺⁺	0,359 ⁺⁺	-	0,347 ⁺⁺	0,497 ⁺⁺
W ₃	-	-	0,795 ⁺⁺	-	-	0,340 ⁺	0,346 ⁺
W ₅	-	0,350 ⁺	0,722 ⁺⁺	0,424 ⁺⁺	-	-	-
W ₁₃	-	0,361	0,566 ⁺⁺	0,547 ⁺⁺	-	-	-

Die Korrelationskoeffizienten sind mit 95 % ⁺) bzw. mit 99 % ⁺⁺) statistisch gesichert.

X bedeutet die Korrelation zwischen den Mittelwerten aus zwei aufeinanderfolgenden Laktationen.

4.4. Heritabilität

Die Werte im 7. bis 8. Trächtigkeitsmonat (W_T) und die Werte eine Woche vor der Geburt (W_V) weisen eine geringe Streuung auf und haben eine hohe Wiederholbarkeit. Es wurde deshalb der Einfluß des Vaters der Kuh auf die W_T - und W_V -Werte untersucht und die Heritabilität dieser Werte anhand der väterlichen Halbgeschwisteranalyse.

Für die Untersuchung standen die Nachkommen folgender Bullen zur Verfügung (in Klammern die Zahl der Bullentöchter):

Schoolmate	(13)
Interest	(8)
Prinz	(11)
Primo	(35)
Sax	(9)
Promis	(10)
Connie	(6)

Für die Varianzanalyse wurde von jeder Bullentochter je ein Wert pro Blutbestandteil verwendet. Die Werte wurden nicht nach Laktationsnummer getrennt, weil die Zahl der Nachkommen pro Bulle zu klein war.

Die ungleiche Besetzung der Nachkommengruppen und der relativ große Streuungsbereich innerhalb der Nachkommengruppen verursachen eine große Standardabweichung des Schätzwertes der Heritabilität. Die Varianzanalyse ergibt keinen signifikant von Null verschiedenen Unterschied für den W_T -Wert bei Bilirubin, Glucose und LDH, für den W_V -Wert bei Bilirubin und Cholesterin (siehe Tabelle 33 und Tabelle 34).

Tabelle 33

Einfluß der Bullen auf den W_T -Wert der Töchter

	F Wert	N	Varianz- Töchter anteil %	h^2	s_h^2
Bilirubin	1,35	91	2,8	-	-
Cholesterin	3,11 ⁺⁺	91	15,0	0,60	0,54
Glucose	1,11	91	0,9	-	-
GOT	7,21 ⁺⁺	91	36,0	-	-
CK	2,38 ⁺	84	14,7	0,59	0,55
LDH	1,92	84	7,7	0,31	0,38
LDH ₁₊₂	2,32 ⁺	81	11,0	0,44	0,47

Tabelle 34

Einfluß der Bullen auf den W_V -Wert der Töchter

	F Wert	N	Varianz- Töchter anteil %	h^2	s_h^2
Bilirubin	0,48	78	4,7	-	-
Cholesterin	0,82	78	1,7	-	-
Glucose	2,34 ⁺	78	11,2	0,45	0,48
GOT	4,43 ⁺⁺	73	25,8	-	-
CK	3,16 ⁺⁺	70	18,6	0,74	0,34
LDH	2,58 ⁺	73	13,8	0,55	0,55
LDH ₁₊₂	2,65 ⁺	73	14,4	0,57	0,56

⁺⁺) bzw. ⁺) : Die Varianzanalyse ergibt einen signifikanten Unterschied zwischen den Bullengruppen mit $P < 0,01$ bzw. $P < 0,05$.

4.5. Rangordnungen

Wie in Kapitel 4.2.5. gezeigt wurde, bestehen zwischen der Milchleistung und einigen Blutbestandteilen signifikante Korrelationen. Eine lineare Beziehung zwischen Serumwert und Milchleistung läßt sich wie folgt darstellen:

Serumwert = f (Milchleistung)

$$y = f(x) = a + b x$$

Die individuellen Werte der Kuh weichen mehr oder weniger stark von der Regressionsgeraden ab. Die Kühe der Herde können je nach Abstand des individuellen Serumwertes von der Regressionsgeraden für jeden Parameter in einer Rangfolge geordnet werden. Das Tier, dessen Serumwert am relativ niedrigsten liegt, also relativ am weitesten von der Geraden nach unten abweicht, erhält den Rangplatz eins. Alle anderen Tiere erhalten je nach ihren relativen Abweichungen entsprechende Rangplätze.

Für je zwei Parameter, die eine signifikante Korrelation mit der Leistung aufweisen, wurden die Rangfolgen der Kühe innerhalb der Herde bestimmt und jeweils miteinander korreliert. Für die Bestimmung der Rangfolgen wurden dieselben Werte verwendet wie in Kapitel 4.2.5. Als Leistungskriterien wurden wiederum Milch-kg, FCM, Fett-Prozent und Fett-kg benutzt.

Die auf diese Weise gefundenen Korrelationskoeffizienten sind positiv, wenn beide in Beziehung gesetzten Parameter entweder eine positive oder eine negative Korrelation zur Leistung besitzen.

Die Rangordnungskorrelation wird negativ, wenn einer der beiden Parameter eine positive und der andere

Parameter eine negative Beziehung zur Leistung besitzt.

Aus allen möglichen Beziehungen zwischen Milchleistung und Serumwert ergibt sich, daß 34 Rangordnungskorrelationen aufgestellt werden können. Von diesen sind 10 signifikant von Null verschieden (Tabelle 35).

Tabelle 35
Rangordnungskorrelationen

2. bis 40. Tag p.p.

FMC	GOT - LDH ₁₊₂	r = 0,307	P = 0,05
-----	--------------------------	-----------	----------

41. bis 240. Tag p.p.

Mkg	GOT - CK	r = 0,362	P = 0,01
-----	----------	-----------	----------

FCM	GOT - CK	r = 0,358	P = 0,01
-----	----------	-----------	----------

Fkg	GOT - CK	r = 0,374	P = 0,01
-----	----------	-----------	----------

305-Tageleistung

Mkg	GOT - CK	r = 0,420	P = 0,01
-----	----------	-----------	----------

FCM	GOT - CK	r = 0,400	P = 0,01
-----	----------	-----------	----------

Fkg	GOT - CK	r = 0,390	P = 0,01
-----	----------	-----------	----------

100-Tageleistung

FCM	Glucose - GOT	r = -0,305	P = 0,01
-----	---------------	------------	----------

Fkg	Cholesterin - Glucose	r = 0,287	P = 0,01
-----	-----------------------	-----------	----------

	Glucose - GOT	r = -0,282	P = 0,01
--	---------------	------------	----------

Für das Leistungsmerkmal Fett-Prozent lassen sich keine signifikanten Rangordnungskorrelationen feststellen.

5. DISKUSSION

5.1. Einflüsse auf die Blutbestandteile

5.1.1. Monate

Die Varianzanalyse mit Monaten als Einflußgröße ergibt für alle untersuchten Parameter signifikante Unterschiede, d. h. ein oder mehr Monatsmittelwerte eines Parameters unterscheiden sich von den übrigen Monatsmittelwerten. Ein jahreszeitlicher Einfluß auf die Blutwerte kann jedoch nur dann als gesichert gelten, wenn der Einfluß saisonal wiederkehrt.

Bilirubin

Der Monatsmittelwert von Bilirubin hat einen Variationskoeffizient von 65,7 %. Von der Gesamtvarianz entfällt nur 7,4 % auf die Varianzursache Monat. Ein jahreszeitlicher Einfluß läßt sich deshalb nicht feststellen; selbst wenn ein jahreszeitlicher Einfluß besteht, wird dieser von anderen Einflüssen überdeckt.

Cholesterin

Die Monatsmittelwerte von Cholesterin verändern sich im Laufe von mehreren Monaten ständig, ein saisonal wiederkehrender Einfluß läßt sich nicht feststellen. Der Verlauf der Monatsmittelwerte

während des untersuchten Zeitraums läßt sich nicht mit einer zufälligen Häufung von Geburten in einigen Monaten erklären, da, wenn die Monatsmittelwerte in Laktationsstadien aufgeteilt werden, sich für jedes Stadium ein analoger Verlauf ergibt. Die Ursache der Veränderungen ist nicht zu ermitteln.

Glucose

Der Glucosespiegel unterliegt keinen saisonalen Einwirkungen. Da die Herde keinen extrem hohen oder extrem niederen Temperaturen ausgesetzt ist, ergeben sich keine temperaturabhängigen Effekte, wie sie von LISTER et al. (1973) und MCNABB et al. (1974) beschrieben wurden.

GOT

In den Monaten Oktober, November und Dezember 1972 und 1973 liegt die GOT-Aktivität geringfügig unter dem Durchschnitt. Ein geringer Einfluß der Jahreszeit auf die GOT-Aktivität kann vermutet werden, läßt sich jedoch nicht statistisch sichern.

CK

Die CK-Aktivität ändert sich ähnlich wie der Cholesterinspiegel im Verlauf von mehreren Monaten. Der Untersuchungszeitraum ist jedoch zu kurz, um gesicherte Aussagen über jahreszeitliche Einflüsse auf die CK-Aktivität treffen zu können.

LDH und Summe der LDH-Isoenzyme 1 und 2

Die LDH-Aktivität weist im Spätsommer (August, September, Oktober) der Jahre 1972 und 1973 überdurchschnittliche Werte auf. Die in diesem Zeitraum liegenden hohen Kalbezahlen können als Ursache für die erhöhten Werte ausgeschlossen werden, denn gliedert man die Mittelwerte in Laktationsstadien auf, dann besitzen die Monatsmittelwerte der verschiedenen Laktationsstadien in den fraglichen Monaten ebenfalls überdurchschnittliche Werte.

Die Summe der LDH-Isoenzyme 1 und 2 verhält sich wie die Gesamt-LDH.

Ein saisonaler Einfluß auf die LDH-Aktivitäten kann als sicher gelten. Über die Ursachen lassen sich nur Vermutungen anstellen. Der Anstieg der Aktivität kann fütterungsbedingt sein. Im Spätsommer geht die Silage des Vorjahres zur Neige, die Qualität nimmt ab. Da Silage (nach HAGEMEISTER und UNSHELM 1968) gegenüber Heu eine höhere LDH-Aktivität verursacht, ist es möglich, daß Silage verschiedener Qualitäten ebenfalls die Aktivität beeinflussen.

5.1.2. Laktationen

Bilirubin

Das Alter hat auf Bilirubin keinen signifikanten Einfluß. Dieses Ergebnis stimmt mit den Untersuchungen von BOSTEDT (1972) überein. SOMMER (1970 a) gibt einen Anstieg des Bilirubinspiegels von 9 % ab dem fünften Lebensjahr an, doch ist bei einem Variationskoeffizienten von 45 % dieser Anstieg zu gering, um signifikant zu sein.

Cholesterin

In Übereinstimmung mit ROOS (1972) kann kein signifikanter Einfluß des Alters auf den Cholesterinspiegel von Kühen festgestellt werden. Auch SOMMER (1970 a) findet keinen signifikanten Einfluß.

Glucose

Der Glucosespiegel fällt in der 2. Laktation gegenüber der ersten Laktation um 6,5 %. Der Abfall ist besonders in den ersten Wochen nach der Laktation deutlich. In der zweiten Woche p.p. beträgt der Unterschied zur ersten Laktation 12 %. Nach der dritten Laktation ist ein leichter Anstieg zu verzeichnen. Der Widerspruch zu TUMBLESON und HUTCHESON (1971), die eine Zunahme des Glucosespiegels bis zum fünften Lebensjahr feststellten, erklärt sich damit, daß diese Autoren pro Tier nur eine Blutprobe nahmen ohne auf den Zeitpunkt der

Entnahme zu achten. Da im Verlauf einer Laktation der Glucosespiegel sehr stark variiert, können Fehlschlüsse entstehen, die durch unterschiedliche Glucosewerte in verschiedenen Laktationsstadien verursacht werden.

GOT

Wie beim Braunvieh, das bis zum 3. und 4. Lebensjahr einen Anstieg der GOT-Aktivität zeigt (SOMMER 1970 a) steigt auch bei den Holstein-Friesian-Kühen in Oberschleißheim in den ersten Lebensjahren die GOT-Aktivität an. Nach der dritten Laktation, also dem fünften Lebensjahr, fällt die GOT-Aktivität um ca. 20 % ab.

CK

Auch auf die CK-Aktivität hat das Alter einen Einfluß. Bis zur 4. Laktation ist der CK-Spiegel ziemlich konstant. Die 5. Laktation weist eine um 15 % niedrigere CK-Aktivität auf als die vorhergehende.

LDH und Summe der LDH-Isoenzyme 1 + 2

Die LDH-Aktivität fällt mit zunehmendem Alter konstant ab. Der Unterschied zwischen der 1. und 6. und weiteren Laktationen beträgt 14 %. Die Ergebnisse stimmen mit denen anderer Autoren überein (PRASSE 1969; TUMBLESON et al. 1973). Auch die Summe der LDH-Isoenzyme 1 und 2 fällt im gleichen Zeitraum um 15 % ab.

Alle untersuchten Enzyme zeigen mit zunehmendem Alter der Kühe geringere Aktivitäten im Blutserum. Offensichtlich treten mit zunehmendem Alter weniger Enzyme in das Blut über. Es bleibt die Frage offen, ob der Abfall der Aktivitäten generell auf das Alter zurückzuführen ist, oder ob durch die Selektion Kühe mit niedrigen Aktivitäten in der Herde verblieben sind. Niedrige Serumaktivität der Enzyme kann auf widerstandsfähige Zellmembranen hindeuten bzw. auf eine bessere Konstitution im Vergleich zu Tieren mit hoher Serumaktivität. Ob ein Zusammenhang zwischen Konstitution und Enzymwerten besteht, bleibt zu klären.

5.1.3. Trächtigkeit, Geburt, Laktationsstadium

Bilirubin

Neben Krankheiten übt die Geburt auf den Bilirubinspiegel den größten Einfluß aus. Einen Tag nach der Kalbung liegt der Bilirubingehalt um 150 % über dem niedrigsten Wert, der 22 Wochen p.p. auftritt. Der W_0 -Wert hat einen Variationskoeffizient von 70 %, der W_{22} -Wert einen Variationskoeffizienten von nur 26 %. Die Hochträchtigkeit läßt den Bilirubinspiegel wieder ansteigen. Im W_{40} -Wert, das ist im 6. Monat der Trächtigkeit, liegt Bilirubin um 10 % über dem W_{22} -Wert; im 7. Monat der Trächtigkeit ist der Bilirubinspiegel um 23 % höher als der niedrigste Wert.

Cholesterin

Wie von vielen Autoren beschrieben (HJÄRRE 1929; SOMMER 1970 a; BOSTEDT 1972), sinkt beim Rind der Cholesterinspiegel zur Geburt hin ab und steigt nach der Geburt wieder an. An der Schleißheimer Herde konnte dies bestätigt werden. Mit Beginn der Trächtigkeit, etwa ab der 13. Woche p.p. fällt der Cholesterinspiegel wieder ab.

Glucose

Der Glucosegehalt im Blutserum spiegelt die starken Veränderungen wider, die in einem Organismus während der Geburt auftreten. In der Zeit von 6 bis 24 Stunden nach der Kalbung ist der Glucosegehalt erhöht, eine Folge des Geburtsstresses und der Umstellung des Körpers auf den erhöhten Glucosebedarf, der durch die nun beginnende Laktation entsteht.

Eine Woche später verursacht der ständige Glucoseverlust über die Milch eine relative Mangelsituation, die erst mehrere Wochen p.p. ausgeglichen werden kann.

GOT

Die höchste GOT-Aktivität läßt sich in der Schleißheimer Herde eine Woche p.p. nachweisen. BOSTEDT (1974 b) fand 24 bis 48 Stunden p.p. den höchsten Wert. Möglicherweise liegt bei den Schleißheimer Kühen der Gipfel zwischen dem W_0 - und dem W_1 -Wert und entgeht dadurch der Beobach-

tung. Von fünf Wochen nach der Geburt bis zum 8. Trächtigkeitsmonat (W_T -Wert) ist die GOT-Aktivität nahezu unverändert. Bis zu diesem Zeitpunkt übt die Gravidität keinen sichtbaren Einfluß auf die GOT-Aktivität aus.

CK

Die CK-Aktivität zeigt in den ersten zwei Wochen nach der Geburt eine sehr starke Streuung. Der Grund dafür ist darin zu suchen, daß mehr oder weniger viel des muskelspezifischen Enzyms CK aus den Muskelzellen austritt, bedingt durch die verschiedenen starke Traumatisierung der Muskulatur während der Geburt. Besonders deutlich zeigt sich dies in einer signifikanten Erhöhung des W_O -Wertes gegenüber den übrigen Werten der Laktationsstadien. Die CK-Aktivität ist während der gesamten Laktation nahezu unverändert, lediglich eine Woche vor der Kalbung sinkt die CK-Aktivität ab. Einen direkten Einfluß der Gravidität auf die CK-Aktivität kann man nicht nachweisen, dazu sind die individuellen Abweichungen zu groß. Starke Bewegung und klinisch nicht diagnostizierbare Läsionen erhöhen den CK-Wert von Fall zu Fall unterschiedlich stark.

LDH und Summe der LDH-Isoenzyme 1 und 2

Die Aktivitäten der Gesamt-LDH und die der Summe der LDH-Isoenzyme 1 und 2 steigen in der Geburt und in den folgenden Wochen stetig an. Der Höhepunkt wird 3 Wochen p.p. erreicht. Dieser lang andauernde Anstieg der Aktivitäten deutet darauf

hin, daß nicht nur die Geburt, sondern auch die Nachgeburtsphase den Organismus beeinträchtigt. Welche Organe betroffen sind, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, möglicherweise ist die Leber besonders beansprucht. Die Isoenzyme LDH_1 und LDH_2 sind in diesem Organ in hoher Konzentration nachgewiesen worden (KELLER und STANBRIDGE 1972). Da die CK-Aktivität mit Ausnahme der W_0 -Werte nicht signifikant erhöht ist, kann ein Muskelschaden ausgeschlossen werden.

Alle untersuchten Blutbestandteile weisen in verschiedenen Laktationsstadien unterschiedliche Werte auf. Um die Größe eines Parameters sicher beurteilen zu können, genügt es nicht, nur die Menge oder die Aktivität anzugeben. Es muß auch immer der Zeitpunkt der Blutentnahme berücksichtigt werden. Werden Mittelwerte aus verschiedenen Laktationsstadien angegeben, so ist die Zahl der Proben pro Laktationsstadium ebenfalls zu berücksichtigen.

5.1.4. Krankheit

Bilirubin

In Übereinstimmung mit den Befunden von BOSTEDT (1974 a) ist Bilirubin bei Gebärpause einen Tag p.p. erhöht. Eine Woche nach der Kalbung ist Bilirubin immer noch signifikant gegenüber nicht erkrankten Kühen erhöht.

Nachgeburtshaltung und Puerperalstörungen erhöhen den Bilirubinspiegel eine Woche p.p. ebenfalls.

Cholesterin

Cholesterin wird durch die drei in dieser Arbeit berücksichtigten Krankheiten (Ret. sec., Puerp. Störung, Gebärpause) gering erhöht, doch läßt sich dieser Unterschied zu den gesunden Tieren statistisch nicht sichern. Auch BOSTEDT (1974 a) fand keinen signifikanten Unterschied.

Glucose

Der Glucosespiegel ist einen Tag p.p. bei allen untersuchten Krankheiten signifikant gegenüber gesunden Tieren erhöht, damit wird der Befund von SOMMER (1970 a) bestätigt, der bei Endometritis erhöhten Glucosespiegel fand.

GOT

Entgegen den Ergebnissen von BOSTEDT (1973), der bei Gebärparese signifikant erhöhte Aktivitäten fand, läßt sich in der Schleißheimer Herde kein signifikanter Unterschied zwischen kranken und gesunden Kühen finden. Die geringe Zahl der Gebärparesefälle in der Schleißheimer Herde mag ein Grund dafür sein. Zum anderen werden die erkrankten Kühe sehr frühzeitig behandelt und dementsprechend wird von den erkrankten Kühen auch das Blut relativ frühzeitig gewonnen. Wenn, wie BOSTEDT (1973) vermutet, die Aktivitätssteigerung von Muskelläsionen herrührt, dann können sich diese zum Zeitpunkt der Blutentnahme noch nicht ausgewirkt haben, so daß sich noch kein signifikanter Unterschied zwischen erkrankten und gesunden Kühen ergibt.

CK

CK als muskelspezifisches Enzym verhält sich in bezug auf Gebärparese entsprechend der GOT.

LDH und Summe der LDH-Isoenzyme 1 und 2

In Übereinstimmung mit den Ergebnissen von BOSTEDT (1973) besteht kein signifikanter Unterschied zwischen an Gebärparese erkrankten und gesunden Kühen in bezug auf LDH. Puerperalstörungen erhöhen die Aktivität der LDH₁₊₂ signifikant gegenüber gesunden Kühen. Dies weist auf eine Leberbeteiligung bei diesem Krankheitsgeschehen hin, zumal auch Bilirubin erhöht ist.

5.1.5. Leistung

Bilirubin

Die Korrelation zwischen Milchleistung und Bilirubin ist zwar signifikant von Null verschieden, jedoch nicht sehr stark ausgeprägt. Die höchste Korrelation besteht mit Fettprozent als Leistungsmerkmal im Zeitraum 2. bis 40. Tag p.p. mit $r = 0,276$. Eine etwas schwächere Beziehung besteht zwischen Fettprozent und Bilirubin in der 100-Tageleistung. Der Cholesterin- und der Glucosespiegel weisen in den beiden genannten Zeiträumen negative Korrelationen mit Fettprozenten auf.

Bilirubin, Glucose und Cholesterin werden in der Leber verestert oder gebildet, sie beanspruchen die Stoffwechselkapazitäten der Leber (CORNELIUS 1970; BARTLEY 1970; GIESEKE 1972). Die Korrelationen deuten darauf, daß in den ersten Wochen der Laktation mit zunehmendem Fettgehalt der Milch die Leber zunehmend belastet wird: die Enzymsysteme der Leber werden zumindest bei Hochleistungstieren umso stärker beansprucht, je höher der Fettgehalt der Milch ist. Cholesterin und Glucose können nicht mehr in ausreichender Menge von der Leber gebildet werden, der Serumspiegel dieser Blutbestandteile sinkt. Bilirubin hingegen steigt im Serum, weil weniger Bilirubin von der Leber umgesetzt werden kann, wenn der Fettgehalt in der Milch ansteigt. Die Belastung der Leber scheint jedoch nicht so stark zu sein, daß Zellen geschädigt werden, denn es besteht keine Korrelation zwischen den Enzymen GOT, LDH und LDH_{1+2} und dem Fettgehalt der Milch.

Eine Untersuchung über das Verhalten der als leberspezifisch geltenden SDH und GLDH (BOSTEDT 1974 b) könnte vielleicht mehr Aufschluß bringen, da GOT, LDH und LDH₁₊₂ ubiquitär in allen Körperzellen vorhanden sind. Möglicherweise lassen sich mit ausgewählten klinisch-chemischen Parametern Kühe erkennen, deren physiologische Leistungsgrenze über dem Durchschnitt liegen.

Spätere Laktationsstadien eignen sich nicht mehr für derartige Untersuchungen. Im Laktationsstadium 41. bis 240. Tag p.p. sind der Bilirubin- und der Glucosespiegel nicht mehr signifikant mit dem Fettprozentgehalt korreliert.

Cholesterin

In den ersten Wochen nach der Kalbung (2. bis 40. Tag p.p. und 100-Tageleistung) ist der Cholesterinspiegel mit dem Fettgehalt, wie schon erwähnt, und mit der Fettmenge signifikant negativ korreliert. In Übereinstimmung mit OSHIMA und FUSE (1967) besteht in späteren Laktationsmonaten (41. bis 240. Tag p.p.) keine signifikante Korrelation zur Fettleistung. Im Gegensatz zu FREITAG (1964), der eine negative Korrelation zwischen Milchmenge und Cholesteringehalt fand, zeigt der Cholesteringehalt in der Schleißheimer Herde eine schwache aber signifikant negative Beziehung zur Milchmenge im Zeitraum 41. bis 240. Tag p.p. und zur 305-Tageleistung.

Die sehr enge Beziehung von $r = 0,86$, die MCNABB et al. (1974) fanden, spiegelt den gleichsinnigen Einfluß der Temperatur auf die Milchleistung und den Cholesteringehalt wider, beide gehen mit stei-

gender Temperatur zurück.

Glucose

Die engste Beziehung zwischen der Milchleistung und den untersuchten Parametern weist der Glucosespiegel zur Fettmenge in der 100-Tageleistung auf, $r = -0,614$. Der Glucosespiegel ist mit allen vier Leistungskriterien und außer mit Fettprozent in allen Laktationsstadien stets negativ korreliert. Hiermit zeigt sich recht deutlich der ständige Glucoseverlust durch die Milch.

Von der Milchdrüse werden zwischen 50 % und 85 % der allen Organen verfügbaren Glucose verbraucht (LINZELL 1973). MCNABB et al. (1974) fanden eine positive Korrelation zwischen Milchleistung und Glucosespiegel. Das ist auf den Versuchsansatz zurückzuführen; sie bestimmten die Milchleistung und den Glucosespiegel bei verschiedenen Temperaturen (15,5, 18,5, 21,1, 24,0, 26,8 und 29,5° C). Da nun sowohl die Milchleistung als auch der Glucosespiegel mit zunehmender Temperatur abfallen, ergibt sich dadurch eine positive Korrelation. Die Korrelationen in den ersten Laktationswochen sind enger als in den späteren Laktationsmonaten, ein Hinweis, daß in den ersten Wochen der Glucosebedarf schwerer gedeckt werden kann als in den späteren Laktationsstadien. Wenige Wochen nach der Kalbung sind die Kühe auch besonders anfällig für Ketose, vor allem, wenn die Fütterung nicht leistungsgerecht ist.

GOT

Im Gegensatz zu SCHÖNMUTH et al. (1966), die zwischen GOT und Milchmenge, tägliche Fettmenge und Fettgehalt bei sechs British-Friesian Kühen jeweils negative Korrelationen feststellten, sind die entsprechenden Korrelationen in der Schleißheimer Herde positiv. Allerdings sind die von SCHÖNMUTH et al. gefundenen Beziehungen statistisch nicht gesichert.

Die engsten Beziehungen zwischen GOT und FCM bzw. GOT und Fettmenge bestehen im Zeitraum 41. bis 240. Tag p.p. Dieser Zeitraum ist von der Geburt nicht mehr beeinflusst; die Beziehungen zwischen Milchleistung und GOT-Aktivität treten deshalb am deutlichsten in Erscheinung.

CK

Überraschenderweise bestehen signifikante Beziehungen zwischen den Leistungskriterien Milchmenge in kg, FCM und Fettmenge in kg und der CK-Aktivität im Zeitraum 41. bis 240. Tag p.p. und in der 305-Tageleistung.

Die erhöhte CK-Aktivität bei erhöhter Milchleistung könnte aus der Herzmuskulatur stammen, denn gegenüber einem nicht laktierenden Tier ist das Herzminutenvolumen bei einem laktierenden Tier um 64 % erhöht (LINZELL 1973). Die verstärkte Herztätigkeit könnte zur Erhöhung der CK-Aktivität im Blutserum führen.

LDH und Summe der LDH-Isoenzyme 1 und 2

LDH ist mit keinem der vier Milchleistungskriterien signifikant korreliert. LDH₁₊₂ ist im Zeitraum 2. bis 40. Tag p.p. mit der Milchmenge in kg, FCM und Fettmenge in kg korreliert. Die 305-Tageleistung zeigte im Gegensatz zu RAKES et al. (1967) keine signifikante Korrelation zwischen LDH₁ und der Milchleistung.

LDH ist beim Rind in allen Organen in hoher Aktivität nachweisbar (KELLER 1971). Es bestehen deshalb neben der Milchleistung noch viele andere Einflüsse, die die LDH-Aktivität erhöhen können, nämlich jede beliebige Noxe, die ein Organ trifft und aus diesem Organ LDH in die Blutbahn übertreten läßt. Es ergeben sich somit keine signifikanten Korrelationen zwischen Leistung und LDH-Aktivität.

Die Isoenzyme LDH₁₊₂ lassen sich überwiegend in der Herzmuskulatur und der Leber nachweisen (KELLER und STANBRIDGE 1972). Die Korrelationen im Zeitraum 2. bis 40. Tag p.p. zeigen die zunehmende Belastung dieser Organe durch zunehmende Milchleistung auf.

5.2. Wiederholbarkeit in aufeinanderfolgenden Laktationen

Bilirubin

Der Bilirubinspiegel wird von äußeren Einflüssen so stark verändert, daß sich keine signifikante

Wiederholbarkeit in aufeinanderfolgenden Laktationen ergibt. In einem Jahr kann der individuelle Bilirubinspiegel relativ niedrig im Vergleich zu den übrigen Herdentieren liegen, im anderen Jahr wieder höher, je nach Funktion des Leberstoffwechsels. Die Variation innerhalb des physiologischen Bereichs des Bilirubinspiegels ist sehr groß. Das drückt sich auch in den hohen Variationskoeffizienten aus. Der kleinste Variationskoeffizient innerhalb einer Laktation von 26 % wird zur Zeit W_{22} gefunden.

Cholesterin

Auch für Cholesterin ist die Wiederholbarkeit in aufeinanderfolgenden Laktationen gering, es gilt sinngemäß das für Bilirubin gesagte.

Glucose

Der Glucosespiegel unterliegt einer strengen hormonellen Regulation, entsprechend gering sind die physiologischen Schwankungen, individuelle Unterschiede in einer Herde lassen sich feststellen und treten in aufeinanderfolgenden Laktationen erneut auf. Die Korrelation für den W_T -Wert in zwei aufeinanderfolgenden Laktationen beträgt 0,997. Somit erscheint der W_T -Wert (7. bis 8. Monat der Trächtigkeit) gut geeignet, den individuellen Glucosespiegel einer Kuh relativ zu den übrigen Kühen der Herde zu bestimmen. Der W_2 -Wert, d.i. der niedrigste Wert nach der Kalbung, besitzt den zweithöchsten Korrelationskoeffizienten mit $r = 0,849$. Der W_2 -Wert

bietet u.U. die Möglichkeit, jene Tiere zu erkennen, deren Glucosespiegel nach der Kalbung nur geringgradig abfällt, Tiere also, die weniger für Ketose anfällig sein sollten.

GOT

Die Wiederholbarkeit der GOT-Aktivitäten zu verschiedenen Zeitpunkten der Laktation ist recht unterschiedlich, keine der Beziehungen ist enger als $r = 0,547$.

CK

Besonders auffällig sind die Unterschiede in den Wiederholbarkeiten für die CK-Aktivitäten. Die W_T - und W_V -Werte sind sehr eng korreliert, die übrigen Werte erreichen nicht einmal die Signifikanzschwelle, obwohl alle Korrelationen mit einem etwa gleich großen Stichprobenumfang gerechnet wurden. Zur Zeit W_T wird die Muskulatur wohl nur geringfügig beansprucht, die individuelle durch äußere Einflüsse nur wenig veränderte CK-Aktivität läßt sich zu dieser Zeit am besten beobachten.

LDH und Summe der LDH-Isoenzyme 1 und 2

In den ersten drei Wochen nach der Kalbung sind die LDH- und die LDH_{1+2} -Aktivitäten schwach aber signifikant in aufeinanderfolgenden Laktationen korreliert. Dies ist die Zeit, in der die LDH- und LDH_{1+2} -Aktivitäten erhöht sind wegen der Reaktion auf das Nachgeburts geschehen.

Die Korrelation dieser Werte zeigt, daß die Tiere individuell auf das Nachgeburtsgeschehen reagieren und die unterschiedliche Reaktionsweise auch im folgenden Jahr in gewissen Grenzen beibehalten werden.

5.3. Heritabilität

Die Varianzanalysen mit väterlichen Halbgeschwistern zur Schätzung der Heritabilität können wegen der geringen Zahl der zur Verfügung stehenden Werte nur den allgemeinen Trend angeben.

(Tabellen 33 und 34)

5.4. Rangordnungen

Besteht bei signifikanter Korrelation zwischen Serumwert und Leistung ein Einfluß der Leistung auf die Blutwerte, dann ist die Rangkorrelation ein Maß für die gleichzeitige Wirkung der Leistung auf zwei miteinander korrelierte Blutwerte. Von den 34 möglichen Rangkorrelationen sind nur 10 signifikant von Null verschieden, d. h. die gleichzeitige Wirkung der Leistung auf zwei Parameter kann in rund einem Drittel der möglichen Fälle festgestellt werden.

In dem Zeitraum 41. bis 240. Tag p.p. und in der 305-Tageleistung sind GOT und CK miteinander

rangkorreliert. Da CK muskelspezifisch ist und GOT ebenfalls in den Muskelzellen lokalisiert ist, bestärken diese Rangkorrelationen die in 5.1.5. diskutierte Auffassung, daß mit zunehmender Milchleistung die Herzbelastung steigt und damit die Enzymaktivitäten von GOT und CK im Blutserum. Die Rangkorrelationen Glucose - GOT und Cholesterin - Glucose in der 100-Tageleistung in FCM und Fettmenge und GOT - LDH₁₊₂ im Zeitraum 2. bis 40. Tag bestätigen die in 5.1.5. diskutierte Ansicht, daß hoher Fettgehalt der Milch in den ersten Wochen der Laktation einhergeht mit einer erhöhten Leberbelastung. Die Leberbelastung dürfte um so größer sein, je höher der Fettgehalt der Milch ansteigt. Diese Beziehungen können jedoch nicht ohne weiteres auf Unterschiede zwischen Rassen übertragen werden und gelten nur für die untersuchte Population. Darüberhinaus besitzen Kühe, die innerhalb der Herde während der ersten Wochen der Laktation einen relativ niedrigen Glucosespiegel aufweisen, einen relativ hohen GOT-Wert. Die Leber dieser Tiere scheint besonders belastet zu sein, doch müssen noch weitere Untersuchungen mit leberspezifischen Enzymen vorliegen, bevor genauere Aussagen gemacht werden können.

Die Rangordnungskorrelationen bieten die Möglichkeit, die Tiere zu erkennen, die trotz hoher Leistung einen relativ hohen Glucosespiegel halten können und deren Zellen trotzdem relativ wenig Enzyme freigeben, d.h. deren Zellmembranen relativ stabil sind.

Es sollte somit möglich sein, von zwei Kühen, die die gleiche Milchleistung geben, die Kuh zu erkennen, deren Stoffwechsel hierdurch weniger belastet

wird und darüber hinaus bei unterschiedlicher Leistung der Kühe jene zu erkennen, die den stabileren Stoffwechsel haben.

Um dieses Ziel zu erreichen, müssen noch zusätzliche organspezifische Parameter untersucht werden.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Von 168 Holstein-Friesian-Kühen einer Hochleistungsherde wurden von März 1972 bis Dezember 1973 in bestimmten Zeitabständen über die Laktation verteilt Blutproben genommen und auf die Blutserumspiegel von Bilirubin, Cholesterin, Glucose, GOT, CK, LDH und LDH-Isoenzyme untersucht. Es wurde der Einfluß verschiedener Faktoren auf den Blutserumspiegel analysiert und der Zusammenhang zwischen Blutserumspiegel und Milchleistungsparametern untersucht.

6.1. Jahreszeit

Die Serumspiegel aller untersuchten Blutbestandteile zeigten signifikante Unterschiede zwischen Monaten.

Im Spätherbst lag die Aktivität der GOT geringfügig unter dem Durchschnitt.

Im Spätsommer lagen die LDH und die LDH-Isoenzyme 1 + 2 signifikant über dem Durchschnitt.

Für alle anderen Blutbestandteile konnte kein jahreszeitlich wiederkehrendes Verhalten festgestellt werden.

6.2. Laktationsnummer

Für Bilirubin und Cholesterin konnte kein signifikanter Unterschied zwischen Laktationen festgestellt werden.

Der Glucosespiegel lag in der ersten Laktation am

höchsten, fiel in der 2. und 3. Laktation ab und stieg in späteren Laktationen wieder an.

Die Aktivität der GOT stieg bis zur dritten Laktation an und fiel dann ab.

Die CK-Aktivität lag ab der fünften Laktation unter den Werten der vorhergehenden Laktationen.

Die LDH-Aktivität und die Werte der LDH-Isoenzyme 1 + 2 nahmen von Laktation zu Laktation stetig ab.

6.3. Laktationsstadien

Die Geburt übte auf alle untersuchten Blutbestandteile den größten Einfluß aus. In den ersten Wochen nach der Geburt war die Streuung der Werte bei allen Parametern am größten, im 7. und 8. Trächtigkeitsmonat bestanden die geringsten Schwankungen. Außer bei CK, das nur bis zu einem Tag p.p. einen signifikant erhöhten Wert aufwies, waren alle anderen Parameter noch Wochen nach der Geburt signifikant verändert.

6.4. Krankheiten

Der Einfluß der Krankheiten Retentio secundinarum, Puerperalstörungen und Gebärpapese auf die Blutbestandteile einen Tag und eine Woche nach der Kalbung wurden untersucht. Es ergaben sich z.T. signifikante Unterschiede zu den Normalwerten.

6.5. Leistung

Es wurden die Korrelationen und Regressionen zwischen Milchleistung (Milch kg, FCM, Fett %, Fett kg) und den Serumwerten in verschiedenen Laktationsstadien untersucht. Auffallend waren die signifikanten Korrelationen von Bilirubin, Cholesterin und Glucose mit den Fettleistungskriterien in den ersten Wochen der Laktation.

In den späteren Laktationsstadien ergaben sich vor allem für GOT und CK signifikante Korrelationen mit der Milchmenge und der FCM.

LDH war mit keinem der vier Milchleistungskriterien signifikant korreliert.

6.6. Rangkorrelation

Es wurde für alle Parameter eine Rangfolge der Kühe ermittelt. Die Rangfolgen wurden auf Grund der relativen Abweichungen der Serumwerte von den Regressionsgeraden zwischen Leistung und Serumwert bestimmt. Die Rangfolgen zwischen je zwei Parametern wurden miteinander korreliert. In den ersten Wochen (2. bis 40. Tag p.p. und 100-Tageleistung) der Laktation ergaben sich signifikante Korrelationen zwischen Glucose und GOT, Cholesterin und Glucose und zwischen GOT und LDH-Isoenzyme 1+2. In späteren Laktationsstadien (41. bis 240. Tag p.p.) waren nur GOT und CK miteinander signifikant rangkorreliert.

6.7. Wiederholbarkeit

Es wurden die Korrelationen zwischen den Werten von zwei aufeinanderfolgenden Laktationen berechnet.

Für Bilirubin ergaben sich keine signifikanten Korrelationen. Die übrigen Parameter zeigten unterschiedlich enge Beziehungen. Glucose zeigte in allen Laktationsstadien die engsten Beziehungen von allen untersuchten Parametern.

6.8. Heritabilität

Mit der väterlichen Halbgeschwisteranalyse wurden die Heritabilitäten der Blutwerte im 7. bis 8. Trächtigkeitsmonat und einer Woche vor der Kalbung geschätzt.

7. SUMMARY

From March 1972 until Dec. 1973 blood samples were taken from a high yield dairy herd of 168 Holstein-Friesian at certain intervals. The blood serum was examined for the level of bilirubin, cholesterol, glucose, GOT, CK, LDH and LDH-isoenzymes. The influences of various factors on the blood serum levels of these parameters were analyzed and the correlations between the blood serum levels and the milk yield calculated.

7.1. Season

The serum level of all the examined blood constituents showed significant differences between the months. In the late autumn the activity of GOT was slightly below the average.

In late summer the activities of LDH and the LDH-isoenzymes 1+2 were significantly higher than the average. No recurring seasonal pattern could be observed for the other blood constituents.

7.2. Lactation number

No significant difference between lactations could be found for bilirubin and cholesterol. The glucose level was at its highest during the first lactation, dropped in the second and third lactations and rose again in later lactations.

The activity of GOT rose until the 3rd lactation and then decreased. After the 5th lactation the CK-activity was below the activity of previous

lactations.

The activities of LDH and LDH-isoenzymes 1+2 decreased steadily from lactation to lactation.

7.3. Stages of lactation

The greatest influence on the blood components examined was found to be exerted by parturition. In the first few weeks after parturition the deviation from the mean of the parameters was at its highest. The smallest deviations were detected in the 7th and 8th months of gestation. Apart from CK, which showed a significantly higher activity only on the first day after parturition all other parameters were still significantly changed weeks after parturition.

7.4. Diseases

The influence of the diseases placental retention, puerperal diseases and parturient paresis on the levels of the blood parameters was examined on the day after parturition and one week later. Some of the parameters differed significantly from the norms.

7.5. Milk yield

The correlations and regressions between milk yield (milk kg, FCM, fat %, fat kg) and the serum level of the parameters were examined at different stages of lactation. It is noteworthy that there

were significant correlations of bilirubin, cholesterol and glucose with the criteria for fat content in the first weeks of lactation. In the later stages of lactation there were above all significant correlations with the amount of milk and the FCM. LDH was not significantly correlated with any of the four criteria for milk yield.

7.6. Rank correlations

For all parameters the sequence in which the cows were ranked was calculated. The sequences were determined by the relative deviations of the serum level from the regression relating milk yield and serum level. Correlations were estimated between the various rank sequences. In the first weeks of lactation (2nd till 40th day after parturition and in the first 100 days) significant correlations between glucose and GOT, cholesterol and glucose and between GOT and LDH-isoenzyme 1+2 were detected. In later stages of lactation (41th till 240th day after parturition) only the rank sequences of GOT and CK were found to be significantly correlated.

7.7. Repeatability

The correlations between the serum level of two successive lactations were calculated. There were no significant correlations for bilirubin. Of the remaining parameters some showed close correlations. In all stages of lactation glucose had the closest correlations of all the parameters

examined.

7.8. Heritability

The heritability of the blood parameters in the 7th to 8th month of gestation and one week before parturition was estimated.

8. LITERATURVERZEICHNIS

- Bartley, J.C. (1970) Lipid metabolism.
In: Clinical biochemistry
of domestic animals. 2nd
ed., 1, 53-96
New York: Academic Press
- Becker, W.A. (1968) Manual of procedures in
quantitative genetics.
Washington: Washington
State University
- Blowey, R.W. (1973) A nutritional monitoring
Wood, D.W. system for dairy herds based
Davis, J.R. on blood glucose, urea and
albumin levels.
Veterin. Rec. 92, 691-696
- Boots, L.R. (1969) Effects of age, body weight,
Crist, W.L. stage of gestation and sex
Davies, D.R. on glutamic-oxalacetic and
Brum, E.W. glutamic-pyruvic transaminase
Ludwick, T.M. activities in immature Hol-
stein cattle.
J. Dairy Sci. 52, 211-216
- Boots, L.R. (1970) Plasma glutamic-oxalacetic
Ludwick, T.M. and glutamic-pyruvic trans-
aminase activities in Hol-
stein Cattle.
J. Dairy Sci. 53, 449-452

- Bostedt, H. (1972) Der Einfluß der normalen und gestörten Geburt auf einige klinisch-chemisch feststellbare Blutparameter bei Rind und Schaf.
München: Habil. Schrift
- Bostedt, H. (1973) Blutserumuntersuchungen bei festliegenden Rindern in der frühpuerperalen Periode.
2. Mitteilung: Untersuchungen über den Serumenzymgehalt festliegender Rinder.
Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 86, 387-392
- Bostedt, H. (1974a) Blutserumuntersuchungen bei festliegenden Rindern in der frühpuerperalen Periode.
3. Mitteilung: Untersuchungen über den Gehalt an Cholesterin, Gesamteiweiß und Bilirubin im Blutserum festliegender Rinder.
Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 87, 107-109
- Bostedt, H. (1974b) Enzymaktivitäten im Blutserum von Rindern in der Zeit um die Geburt.
Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 87, 365-371

- Boyd, J.W. (1962) The comparative activity of some enzymes in sheep, cattle and rats - normal serum and tissue levels and change during experimental liver necrosis Res. veterin. Sci. 3, 256-268
- Buitkamp, J. (1972) Übersicht über die 10 derzeit wichtigsten Serumenzyme des Rindes. Hannover: Diss. med. vet.
- Cook, R.R. (1958) Cholesterol, chemistry, biochemistry and pathology. New York: Academic Press
- Cornelius, E.C. (1970) Liver function. In: Clinical biochemistry of domestic animals. 2nd ed., 1, 161-230
New York: Academic Press
- Crist, W.L. (1967) Effects of season, stage of gestation and level of milk production on serum transaminase activity. J. Dairy Sci. 50, 998
- Ludwick, T.M.
Brum, E.W.
Davis, D.R.
- Dietz, A.A. (1967) Separation and quantitation of lactic dehydrogenase isoenzymes by disc-electrophoresis. Analyt. Biochem. 20, 246-257
- Lubrana, T.

- Fine, I.H. (1963) Developmental changes of
Kaplan, N.O. mammalian lactic dehydro-
Kuftinec, D. genases.
Biochem. 2, 116-121
- Forenbacher, S.(1969) Über die Aktivität einiger
enzymatischer Systeme des
Blutes bei der Azetonämie
der Milchkühe.
Dtsch. tierärztl. Wschr.
76, 626-628
- Fransen, J.M. (1958) Blood plasma cholesterol
Andrews, F.M. levels in normal and dwarf
beef cattle.
Amer. J. veterin. Res. 19,
332-335
- Freitag, H. (1964) Untersuchungen über den
Cholesteringehalt im Blut-
serum klinisch gesunder
Rinder unter Berücksichti-
gung von Alter, Geschlecht,
Fütterung und Milchleistung.
Hannover: Diss. med. vet.
- Gieseke, D. (1972) Vormagenstoffwechsel und
Glucogenese beim Wieder-
käufer.
Z. Tierphysiol. Tierernähr.
Futtermittelkunde 28, 294-
300

- Hagemeister, H. (1968) Individuelle, tages- und
Unshelm, J. tageszeitabhängige Schwan-
 kungen von Blutbestandtei-
 len beim Rind. 2. Mitteil-
 lung: Das Verhalten der
 Enzymaktivität von GOT, GPT,
 LDH, MDH, GLDH und alkali-
 sche Phosphatase.
 Zbl. Veterinärmed. A 15,
 499-509
- Hagemeister, H. (1970) Individuelle, tages- und
Unshelm, J. tageszeitabhängige Schwan-
 kungen von Blutbestandtei-
 len beim Rind. 8. Mitteilung:
 Das Verhalten der Milchsäu-
 re (Laktat), der Brenztrau-
 bensäure (Pyruvat), des
 Harnstoffs und des Blut-
 zuckers.
 Zbl. Veterinärmed. A 17,
 13-26
- Heidler, W. (1973) Untersuchungen über die Be-
 ziehungen zwischen den
 Transaminaseaktivitäten des
 Blutserums und den Mast-
 und Schlachtleistungen bei
 genotypisch unterschiedli-
 chen Jungbullen.
 Arch. Tierzucht 16, 415-422
- Heidler, W. (1973) Untersuchungen über die Be-
Lindemann, E. ziehungen zwischen den wie-

- derholt bestimmten Trans-aminaseaktivitäten des Blutserums und den Mast- und Schlachtleistungen bei Jungbullen.
Arch. Tierzucht 16, 479-487
- Heinz, F. (1968) Veränderungen der Enzymmuster unter physiologischen und pathologischen Bedingungen.
In: Praktische Enzymologie 1, 53-92
Bern und Stuttgart: Huber
- Hjärre, A. (1929) Die physiologische Variation im Cholesteringehalt des Blutes bei Kühen sowie das Verhältnis zwischen puerperaler Hypercholesterinämie und Acetonämie.
Berlin: Diss. med. vet.
- Holzmann, E. (1954) Bilirubinbestimmung im Blut gesunder und kranker Rinder.
Hannover: Diss. med. vet.
- Kaneko, J.J. (1970) Carbohydrate Metabolism.
In: Clinical biochemistry of domestic animals. 2nd ed., 2-52
New York: Academic Press
- Karlson, P. (1972) Biochemie.
Stuttgart: Thieme, 8. Auflage

- Keller, P. (1971) Serumenzyme beim Rind: Organanalysen und Normalwerte.
Schweiz. Arch. Tierheilkunde 113, 615-626
- Keller, P. (1971) Zum Verhalten von Serum-
Gerber, H. enzymen bei Muskelschäden
Martig, J. des Rindes.
Schweiz. Arch. Tierheilkunde 113, 627-636
- Keller, P. (1972) Beitrag zum Verhalten eini-
Martig, J. ger Serumenzyme bei stoff-
Gerber, H. wechselbedingten Geburts-
Pauli, B. folgekrankheiten des Rindes.
Schweiz. Arch. Tierheilkunde 114, 157-166
- Keller, P. (1972) Die Verteilung der Laktat-
Stanbridge, T.A. Dehydrogenase in einigen
Rinderorganen.
Schweiz. Arch. Tierheilkunde 115, 35-48
- Kleiber, M. (1959) zitiert nach Kaneko (1970)
- Kolb, E. (1973) Ergebnisse und Probleme der
Grün, E. biochemischen Forschung zur
Müller, I. Entstehung und Verhütung
Schuhmacher, U. von Stoffwechselstörungen
Seidel, H. bei Milchkühen mit hoher
Leistung.
Mh. Veterinärmed. 28, 582-588

- Krüger, L. (1969) Enzymaktivitäten bei
Mitarbeiter Rind, Schwein und
Schaf und ihre Eignung
für die Zuchtwahl.
Europäische Vereinigung
für Tierzucht
Studienkommission für
Haustiergenetik
Helsinki Juni 24-26,
Polykopie
- Linzell, J.L. (1973) The demands of the udder
and adaptation to lactation.
In: Production disease in
farm animals
1st ed., 89-106
London: Baillière Tindall
- Lister, E.E. (1973) Influence of shelter, level
Fisher, L.J. of feeding, and method of
Jordan, W.A. forage conservation on
Wauthy, J.M. packed cell volume and
Comeau, J.E. plasma metabolite levels
Proulx, J.E. in pregnant beef cows.
Canad. J. Animal Sci. 53,
81-88
- Mahler, H.R. (1966) Biological chemistry
Cordes, E.H. New York: Harper & Row
- McNabb, L. (1974) Relationship of certain
Roussel, J.D. bovine blood serum parame-
Gomila, L. ters with environmental
temperatures and milk yield.

71th Annual meeting of the
association of southern
agricultural workers Inc.
Memphis, Tennessee, Feb.
3-6

- Mullen, P.A. (1973) Serum enzyme activity during
the period of ration change.
In: Production disease in
farm animals 1st ed., 232-
236
London: Baillière Tindall
- Natscheff, B. (1939) zitiert nach Bostedt (1972)
- Oshima, M. (1968) The total cholesterin level
Fuse, H. in the Holstein cows
during lactation and its
relation to some characte-
ristics of the animal.
Landw. Zbl. 3-68/12-0428
- Osterkorn, K. (1974) Eine neue Methode zur
Schätzung von Laktations-
leistungen.
Z. Tierzücht. Züchtungs-
biol. 21, 345-350
- Pavlović, O. (1968) Einfluß der Gravidität,
Nicoljić, B. der Geburt und der ersten
Vucotić, M. Laktationsperiode auf die
Mihaillović, M. Veränderungen der Protein-
Nicoljić, V. und Lipoproteidsysteme des
Cvetović, A. Blutserums.
Borić, B. Wiss. Z. Karl-Marx-Univ.
Leipzig, Math.-naturwiss.
R. 17, 79-83

- Payne, J.M. (1973) The metabolic profile test.
In: Production disease in
farm animals. 1st ed.,
236-240
London: Baillière Tindall
- Payne, J.M. (1973a) The use of the metabolic
Rowlands, G.J. profiles in dairy herd ma-
Manston, R. nagement and also as an
Dew, S.M. aid in the selection of
Bryne, M.R. superior stock.
British Cattle Breeders
Club 28, 55-59
- Payne, J.M. (1973b) A statistical appraisal of
Rowlands, G.J. the results of metabolic
Manston, R. profile tests on 75 dairy
Dew, S.M. herds.
Brit. veterin. J. 129,
370-381
- Poulson, J.S.D. (1972) The influence of feeding
and season on clinico-
biochemical parameters.
World Association for
Buiatrics Congress London
1972, VII. International
Meeting on Diseases of
Cattle
- Prasse, K. (1969) Lactic dehydrogenase ac-
tivity and isoenzyme distri-
bution in serum of normal
cattle.
Amer. J. veterin. Res. 30,
2181-2184

- Rakes, J.M. (1967) Relationships between
Stallcup, O.T. blood enzyme levels and
Roussel, J.D. production in lactating
dairy cows.
J. Dairy Sci. 50, 999
- Riethmüller, H. (1972) Trainingswirkungen an
Wels, A. Vollblütern. I. Mittei-
lung: Muskelspezifische
Enzyme.
Zbl. Veterinärmed. A 19,
537-545
- Robertson, A. (1959) Populationsgenetik und
quantitative Vererbung.
In: Handbuch der Tierzüch-
tung 2, 77-104
Hamburg und Berlin: Parey
- Roos, I. (1972) Untersuchungen über Bezie-
hungen zwischen dem Ge-
halt an Gesamtcholesterin,
Gesamteiweiß und Kalzium
im Blutserum und der Frucht-
barkeit sowie der Hypokalzä-
mie von Rindern.
Hannover: Diss. med. vet.
- Roussel, J.D. (1966) Influence of age and season
Stallcup, O.T. on phosphatase and trans-
aminase activities in blood
serum of bulls.
Amer. J. veterin. Res. 27,
1527-1530

- Rowlands, G.J. (1973) A potential use of metabolic profiles in the selection of superior cattle.
Payne, J.M.
Dew, S.M.
Manston, R.
Veterin. Rec. 23, 48-49
- Schenk, M. (1964) Grundriß der physiologischen Chemie.
Kolb, E.
5. Auflage
Jena: VEB Fischer
- Schmidt, E. (1968) Enzym-Austritt.
In: Praktische Enzymologie
1, 93-148
Bern und Stuttgart: Huber
- Schmidt, E. (1973) Kleine Enzym-Fibel.
Schmidt, F.W.
Mannheim: Boehringer
- Schönmuth, G. (1966) Beziehungen zwischen verschiedenen Genotypen beim Rind und einigen biochemischen und physiologischen Kennwerten. 1. Mitteilung: Untersuchungen zur Aktivität von GOT, GPT und OCT im Blutserum von laktierenden Rindern sowie zum Sedimentationsverhalten der Serumproteine.
Wilke, A.
Bergner, H.
Wirthgen, B.
Münchmeyer, R.
Arch. Tierzucht 2, 411-420
- Seidel, R. (1972) zitiert nach Voigt et al.
(1973)

- Sommer, H. (1970a) Zur Überwachung der Gesundheit des Rindes mit Hilfe klinisch-chemischer Untersuchungsmethoden. Arch. exp. Veterinärmed. 24, 735-776
- Sommer, H. (1970b) Bestimmung, physiologischer Bereich und Beurteilung des Blutserum-Gesamt-Cholesterins beim Rind. Prakt. Tierarzt 51, 43-44
- Stallcup, O.T. (1967)
Roussel, J.D.
Rakes, J.M. Blood serum enzyme activities of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 50, 998
- Stufflebean, C.E. (1969)
Lasley, J.F. Hereditary basis of serum cholesterol level in beef cattle. J. Hered. 60, 15-16
- Tollersrud, S. (1971)
Gedde-Dahl, T.W. Diurnal and seasonal variations of serum enzyme activity in cattle and sheep. Acta veterin. scand. 12, 393-401
- Tumbleson, M.E. (1971)
Hutcheson, D.P. Age related serum cholesterol, glucose, and total bilirubin concentra-

tions of female dairy cattle.

Proc. Soc. exp. Biol. Med. 138, 1083-1085

Tumbleson, M.E. (1973)

Burks, M.F.

Winfield, W. E.

Serum protein concentrations as a function of age in female dairy cattle. Aging and serum proteins.

Cornell Veterinarian 63, 65-71

Unshelm, J. (1969)

Individuelle, tages- und tageszeitabhängige Schwankungen von Blutbestandteilen beim Rind. 5. Mitteilung: Das Verhalten der Spurenelemente Eisen und Kupfer sowie Cholesterin. Zbl. Veterinärmed. A 16 703-711

Voigt, J. (1973)

Piatkowski, B.

Girschewski, H.

Untersuchung einiger Blutinhaltsstoffe gesunder und erkrankter Hochleistungskühe im geburtsnahen Zeitraum.

Arch. Tierzucht 16, 271-283

Weber, E. (1967)

Grundriß der biologischen Statistik.

6. Auflage

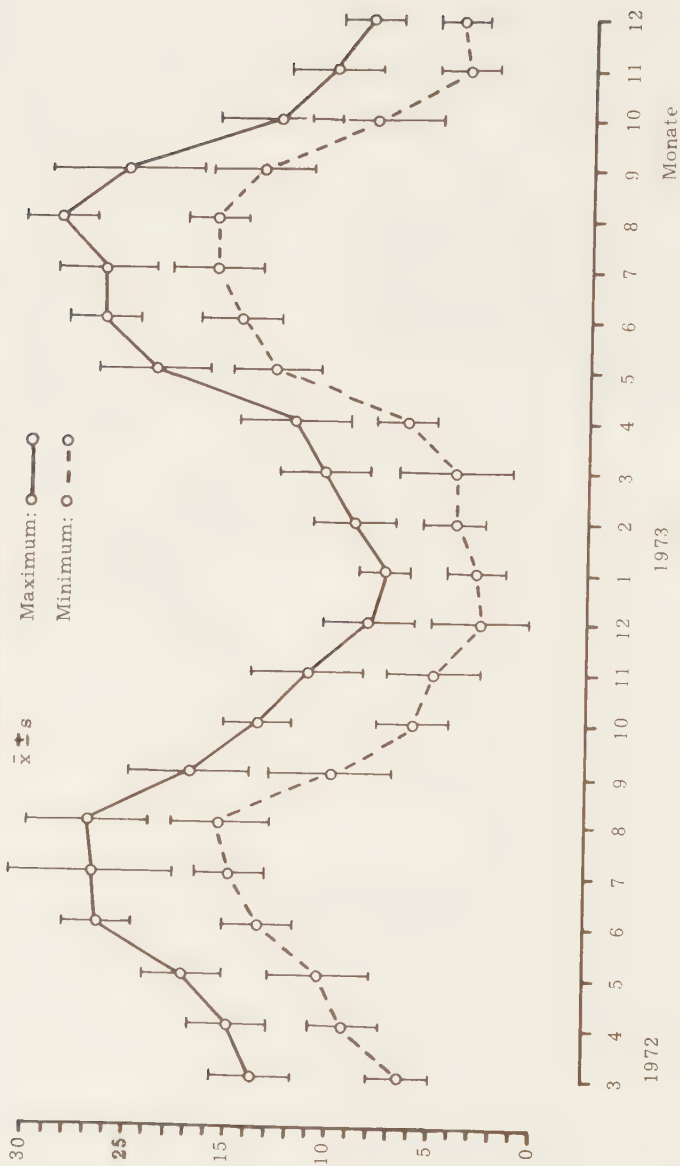
Jena: VEB Fischer

- Widmark, E.M. (1925) zitiert nach Linzell
(1973)
- Wriedt, J. (1964) Untersuchungen über den
Cholesteringehalt im
Blutserum bei inneren
und chirurgischen Er-
krankungen des Rindes.
Hannover: Diss. med. vet.

9. ABBILDUNGEN

Abb. 1 STALLTEMPERATUREN
MONATSMITTELWERTE

°C

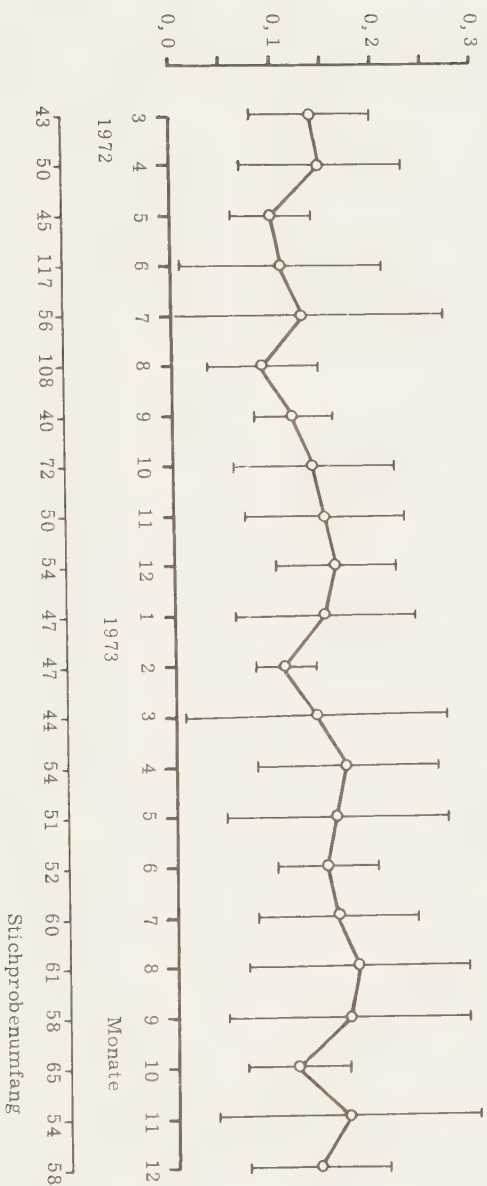


mg / 100 ml

Abb. 2 BILIRUBIN

MONATSMITTELWERTE

$\bar{x} \pm s$



Stichprobenumfang

mg / 100 ml

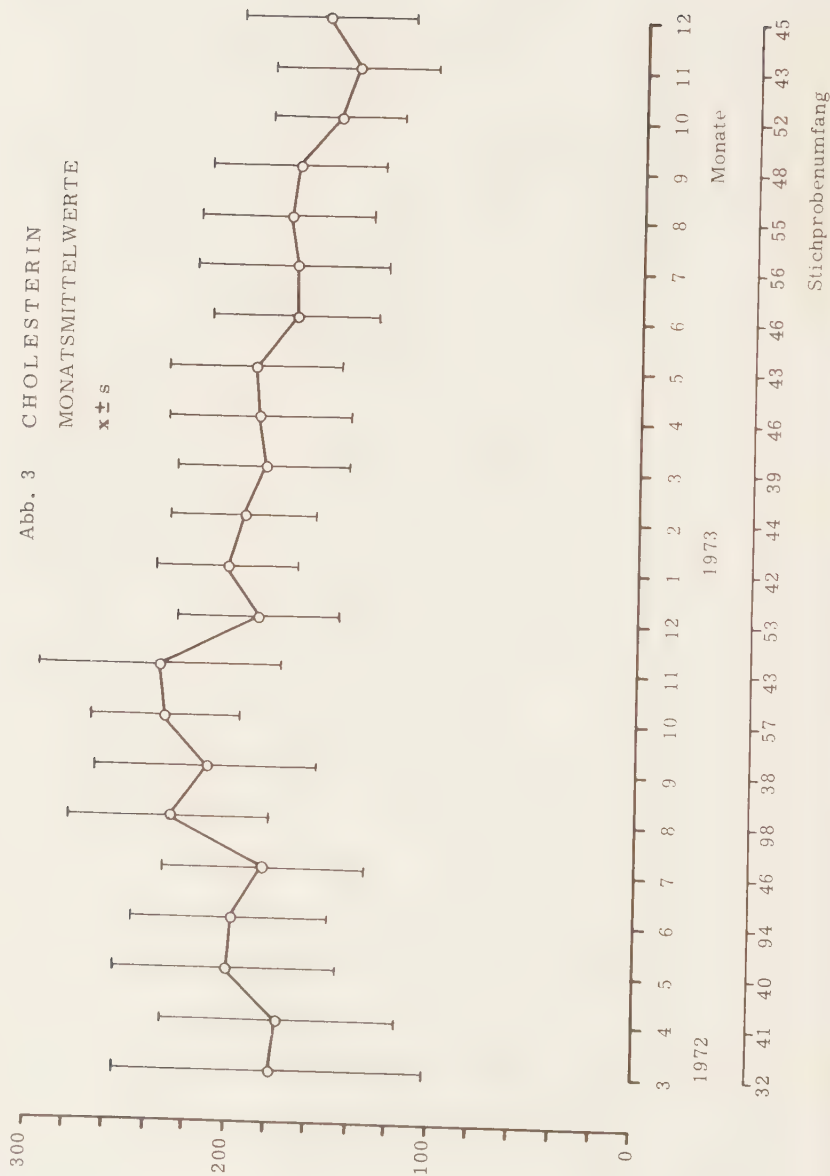
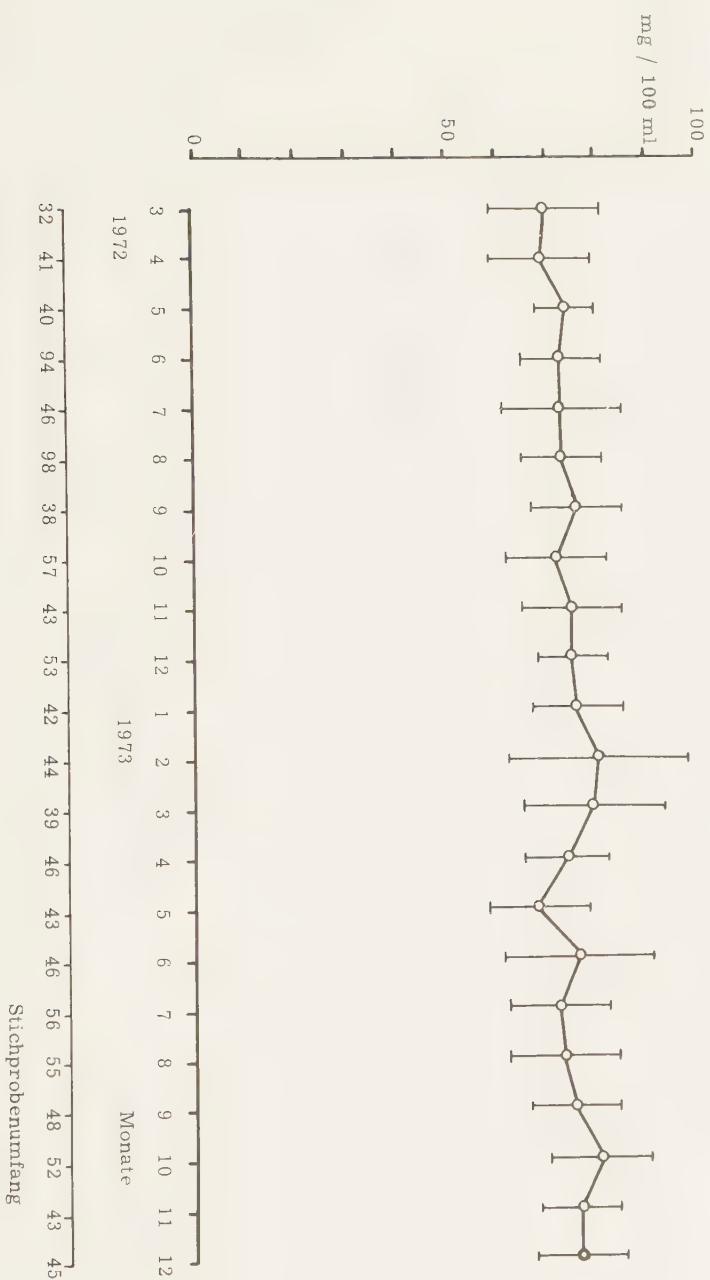


Abb. 4 GLUCOSE
MONATSMITTELWERTE
 $\bar{x} \pm s$



Stichprobenumfang

Abb. 5 GOT

MONATSMITTELWERTE

$\bar{x} \pm s$

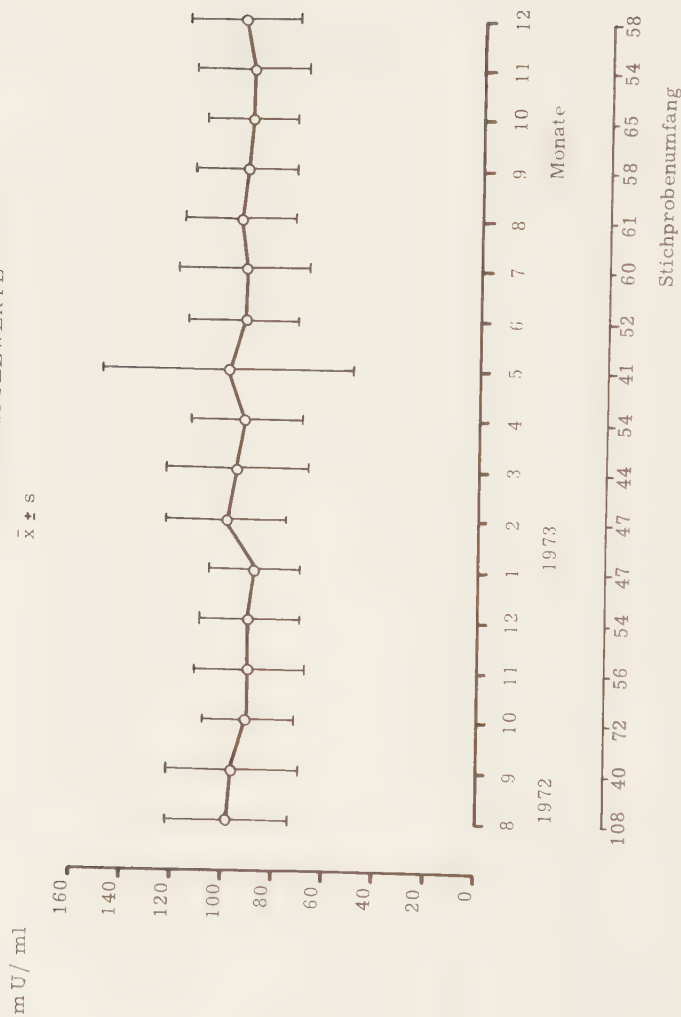
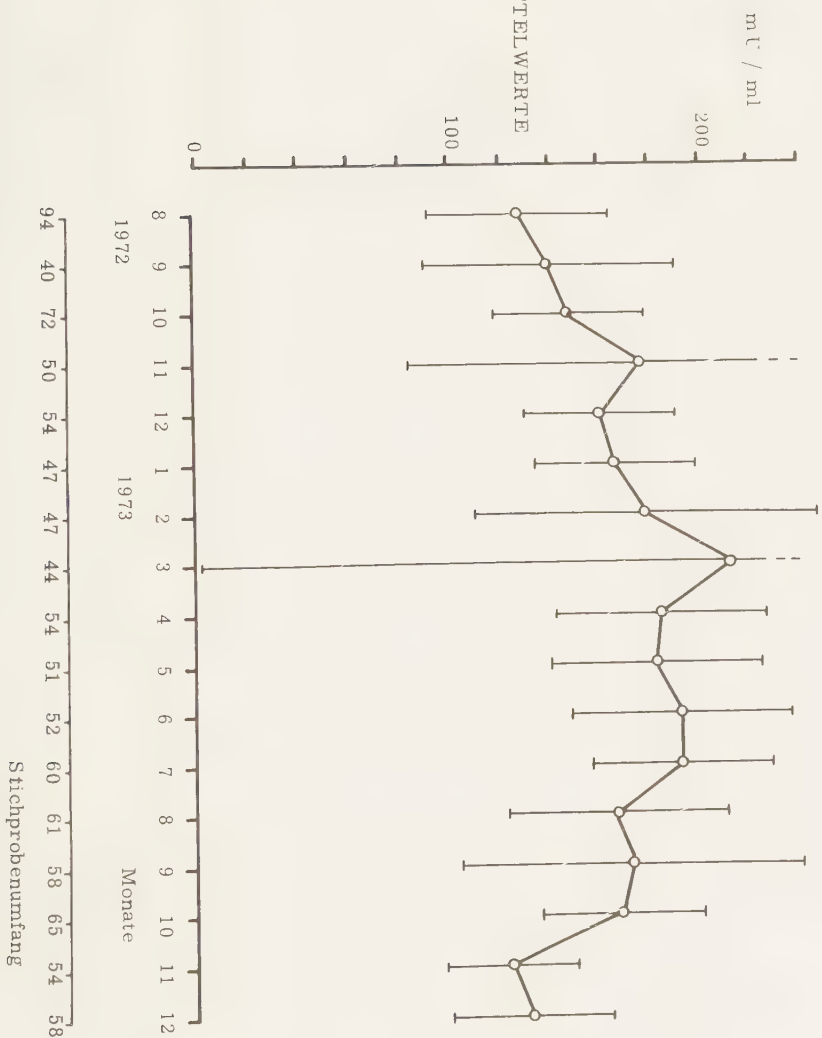


Abb. 6
CK
MONATSMITTELWERTE
 $\bar{x} \pm s$



LDH

mU / ml

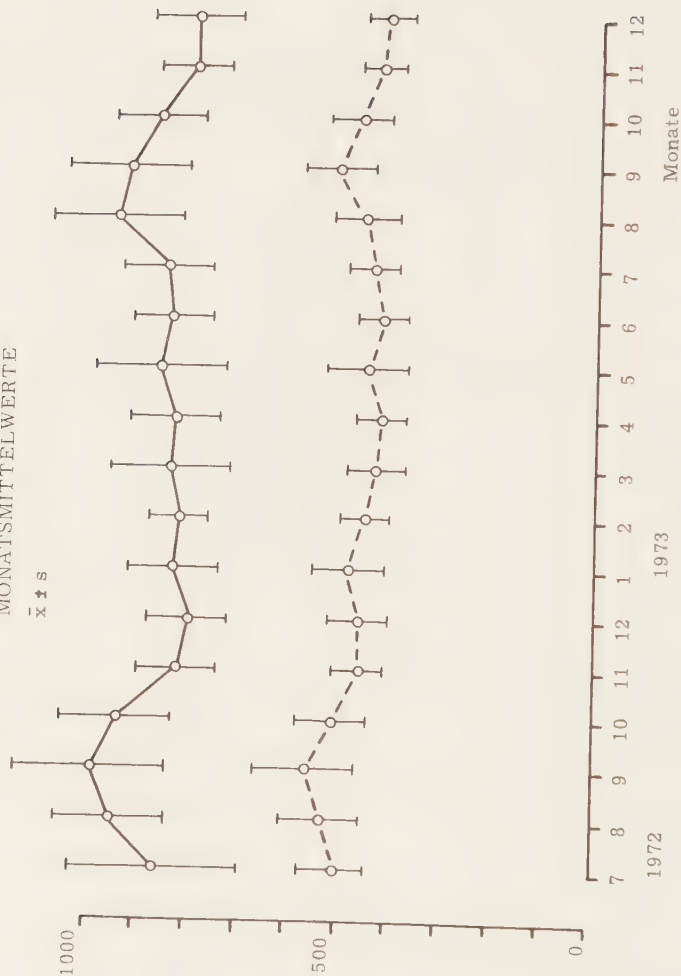
MONATSMITTELWERTE

— 115 —

Gesamt -LDH

LDH₁₊₂

〇
一
一
〇



Gesamt - LDH

LDH₁₊₂

Stichprobenumfang

mg / 100 ml

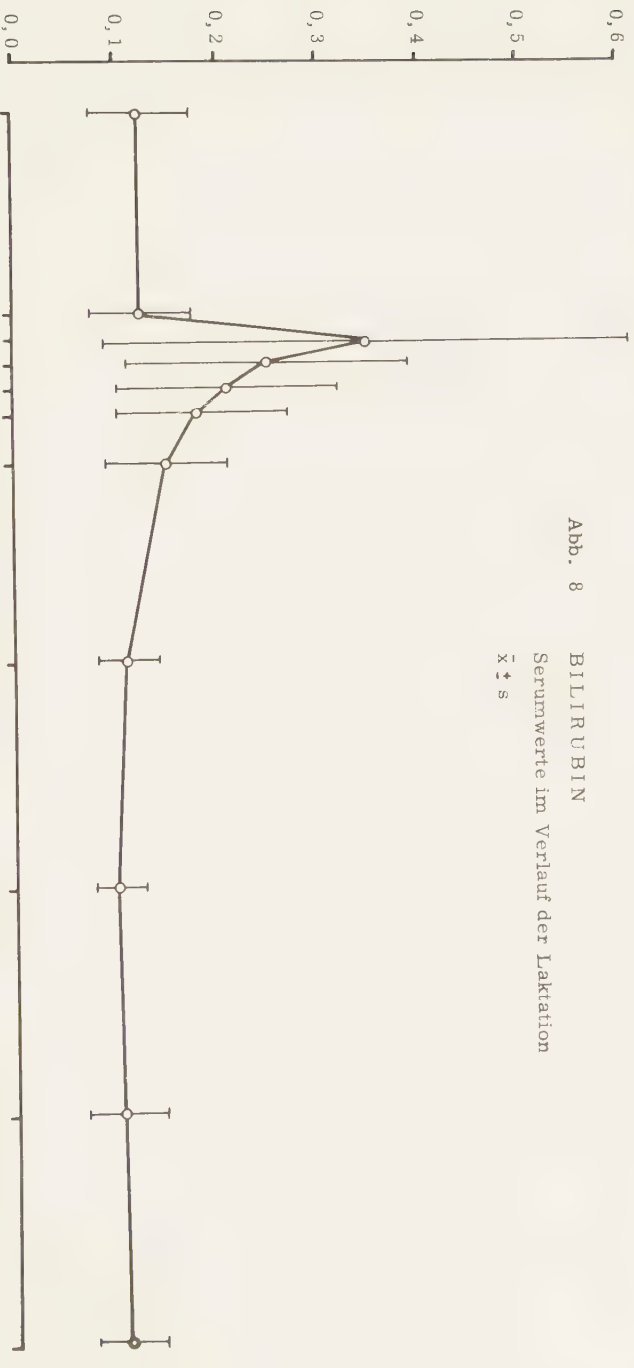


Abb. 8

BILIRUBIN

Serumwerte im Verlauf der Laktation

$\bar{x} \pm s$

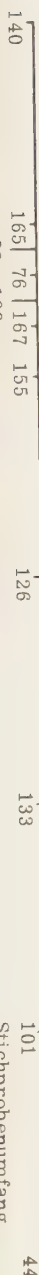
Graviditäts-
dauer



Geburt

Beginn der Gravidität

Monate



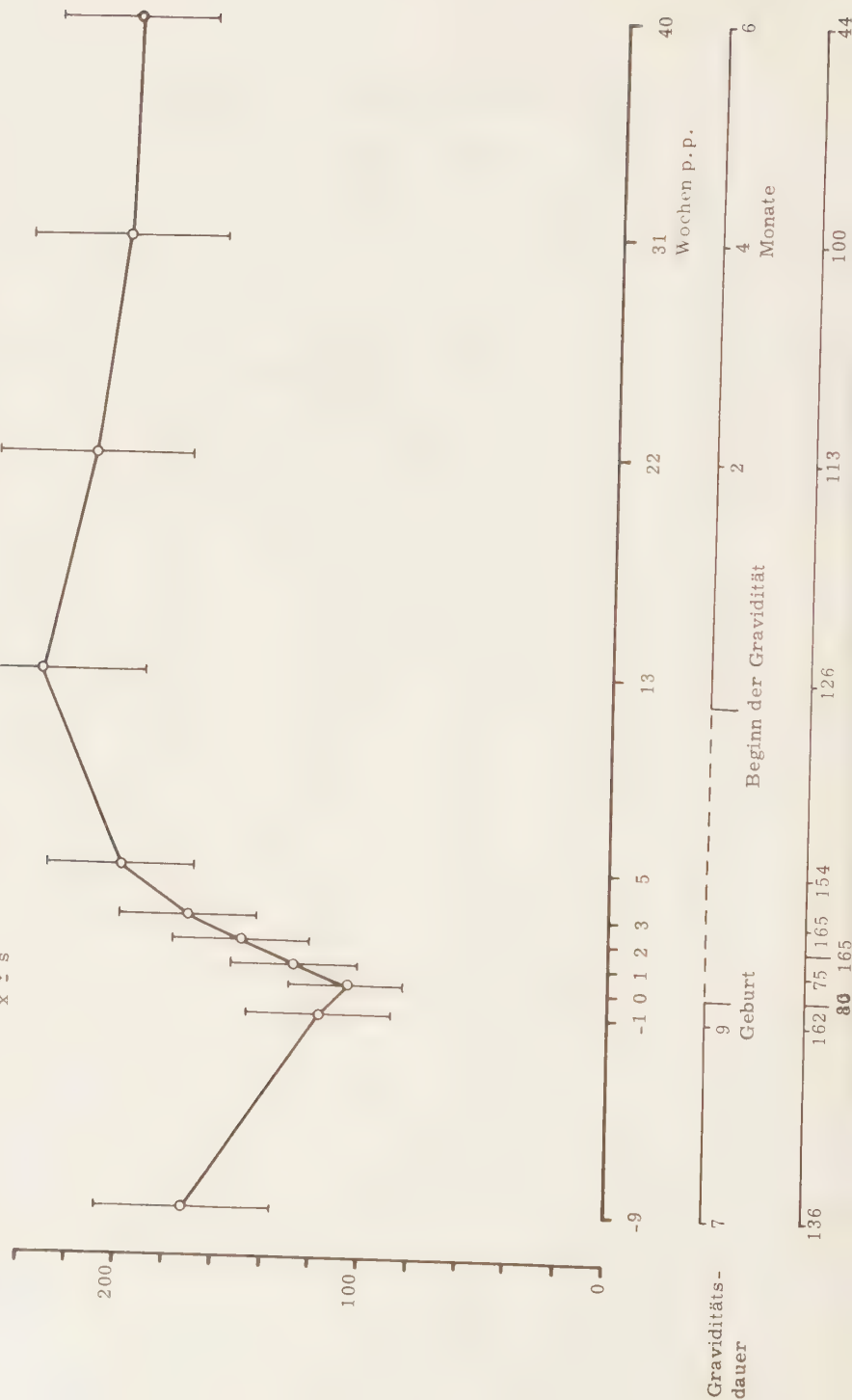
Stichprobenumfang

Abb. 9 CHOLESTERIN

mg / 100 ml

$\bar{x} \pm s$

Serumwerte im Verlauf der Laktation



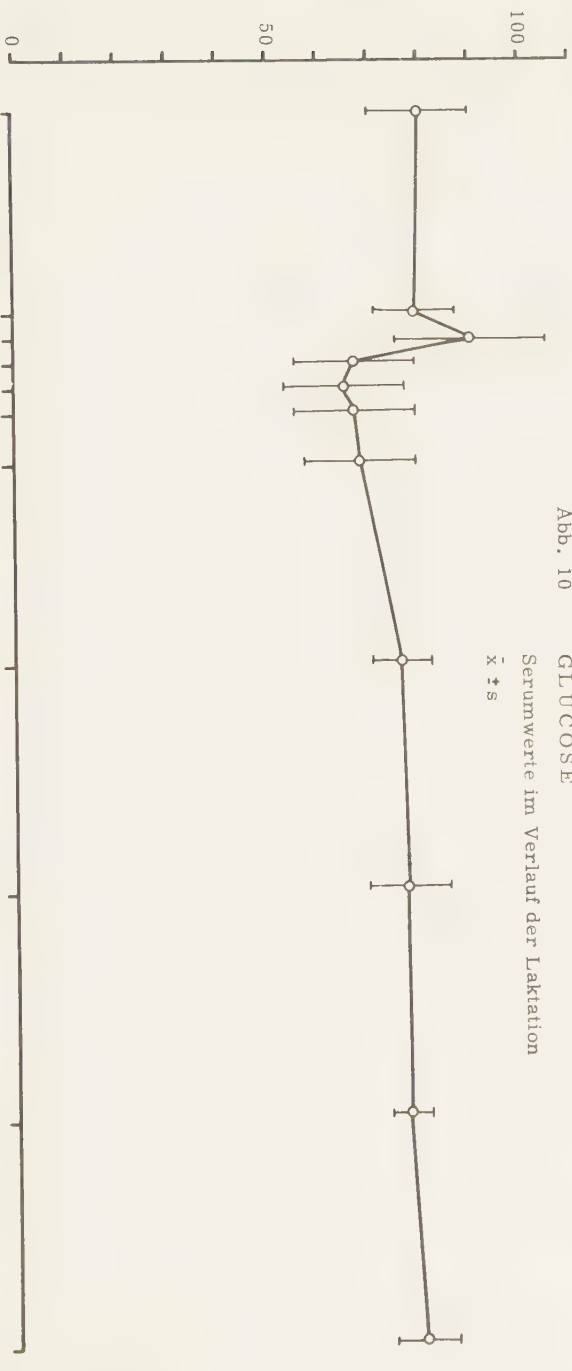
mg / 100 ml

Abb. 10

GLUCOSE

Serumwerte im Verlauf der Laktation

$\bar{x} \pm s$



Graviditäts-
dauer



Geburt

Beginn der Gravidität

Monate

Wochen p.p.



158 73 165 155

101

44

Stichprobenumfang



Abb. 12

CK

Serumwerte im Verlauf der Laktation

$\bar{x} \pm s$

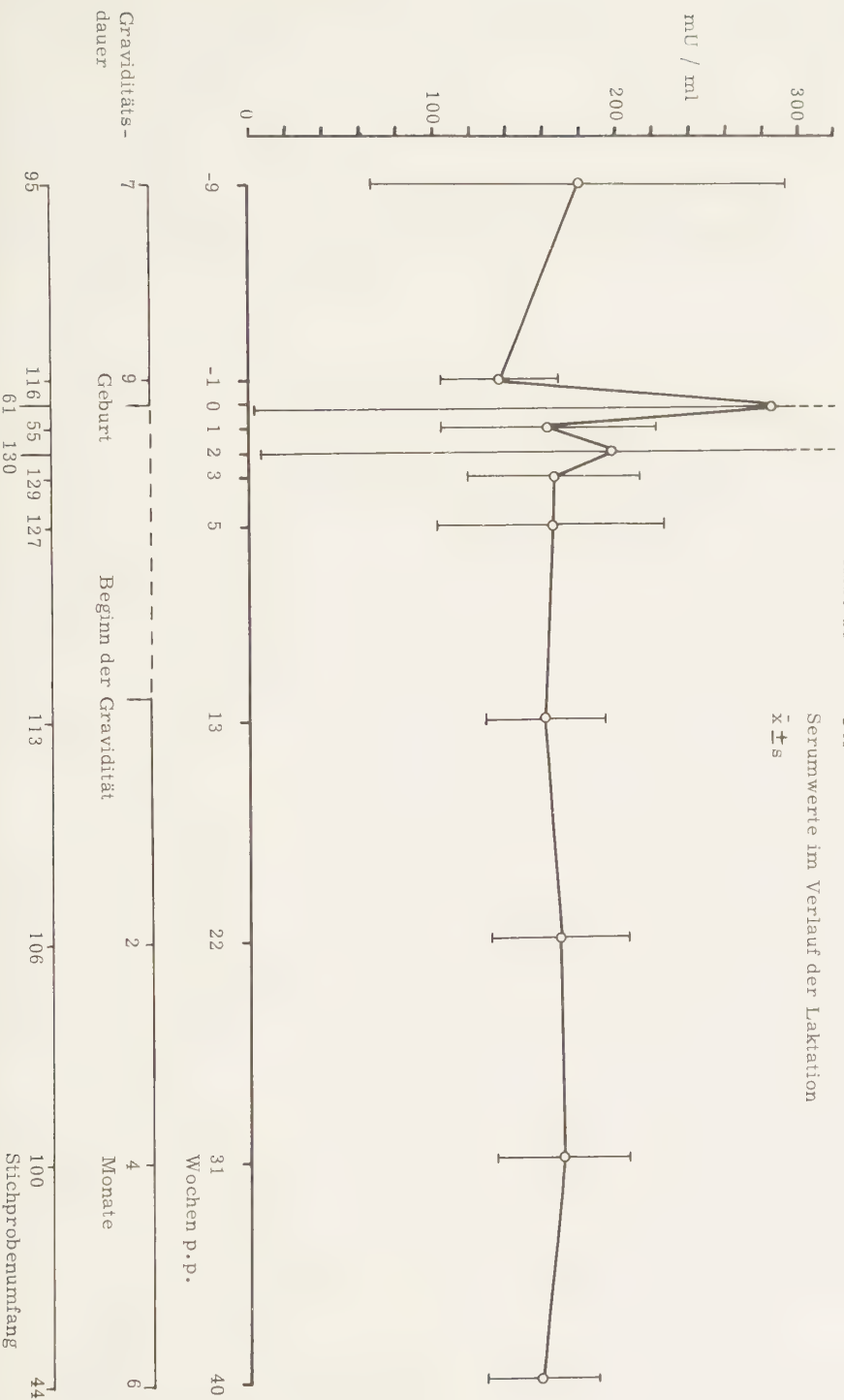
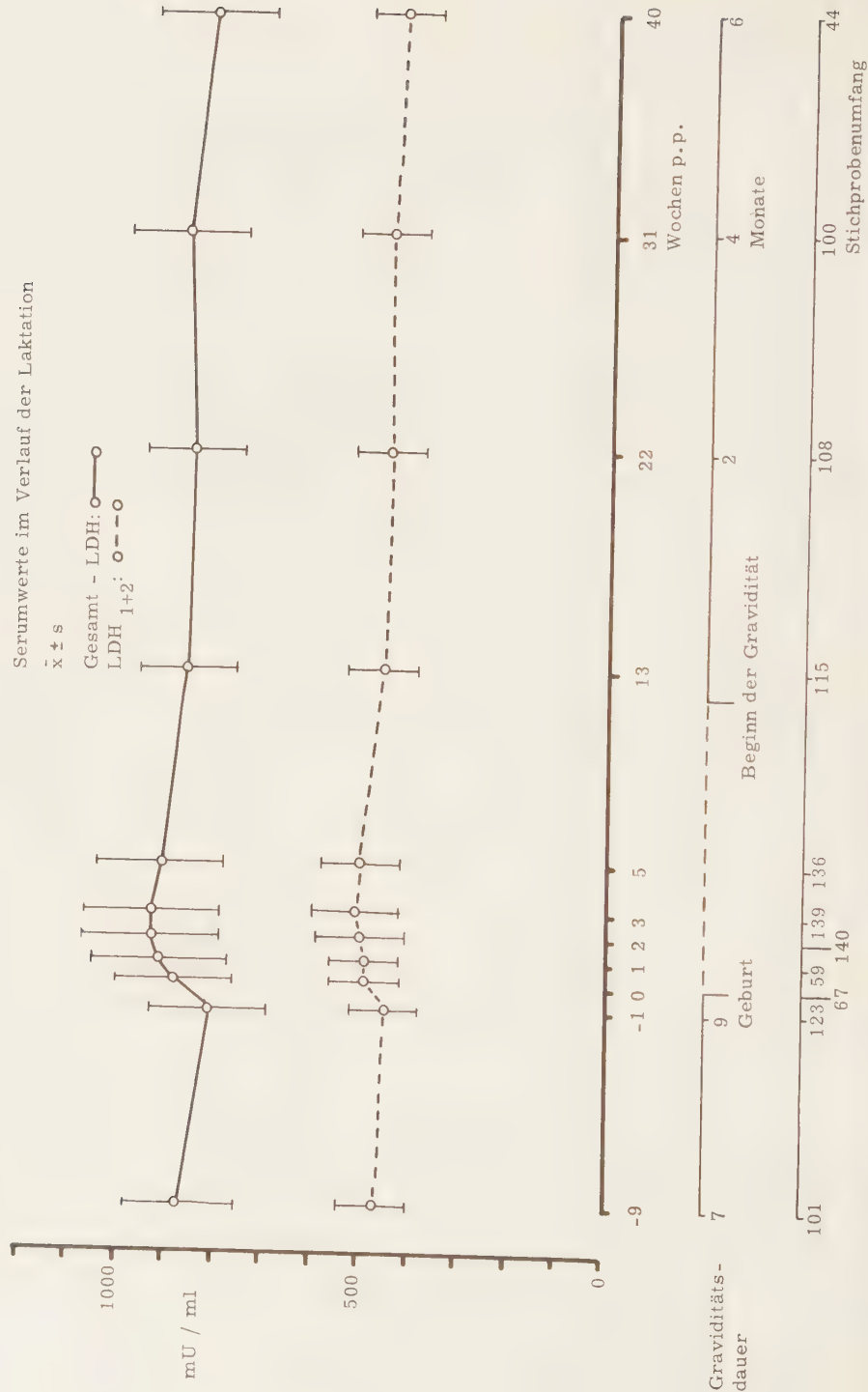


Abb. 13

LDH

Serumwerte im Verlauf der Laktation

 $\bar{x} \pm s$ Gesamt - LDH: $\circ$ — $\circ$
LDH₁₊₂: $\circ$ - - $\circ$ 

Herrn Professor Dr. H. Kräußlich danke ich aufrichtig für die Überlassung des Themas und die mir jederzeit gewährte Unterstützung.

Den Herrn Dr. F. Graf, Dr. K. Osterkorn und Dr. K. Frahm danke ich für ihre wertvolle Hilfe.

Ferner danke ich allen Mitarbeitern des Instituts für Tierzucht und Tierhygiene und allen Mitarbeitern des Lehr- und Versuchsguts Oberschleißheim, die mir bei dieser Arbeit ihre Unterstützung gewährten.

Lebenslauf

1. Angaben zur Person

Name: Ludwig Furtmayr
Geburtsdatum: 21. 9. 1944
Staatsangehörigkeit: deutsch

Eltern: Ludwig Furtmayr, Stabszahlmeister
(gefallen) und Sophie Schiefer,
verw. Furtmayr, geb. Vlcek

2. Schulbildung und Studium:

1950 Eintritt in die Volksschule
München-Feldmoching
1955 Übertritt in die Gisela-
Oberrealschule in München
1964 Abitur
1964 - 1967 Studium der Naturwissenschaften und
Diplom-Vorprüfung an der TH-München
1967 - 1968 Studium an der University of
Hull in England mit abschließen-
dem B. Sc. Degree of Biochemistry
ab 1969 Studium der Tiermedizin an der
Ludwig-Maximilian-Universität
in München
1974 Abschluß des Staatsexamens und
Bestallung zum Tierarzt

3. Berufliche Tätigkeit:

Mai 1974 Beginn der Dissertation
Institut für Tierzucht
seit Juli 1974 Wissenschaftliche Hilfskraft
am Lehr- und Versuchsgut
Oberschleißheim
Gesundheitliche Überwachung
und Sterilitätskontrolle der
Milchviehherde

